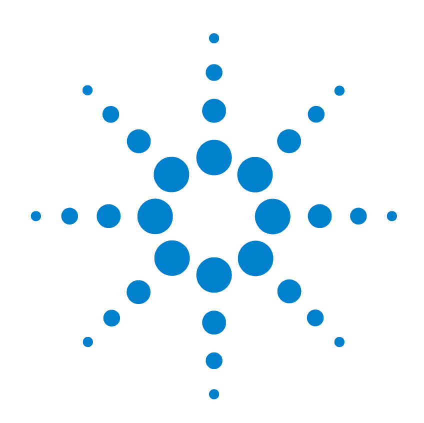


Agilent 5000 Series Oszilloskope

Benutzerhandbuch



Anmerkungen

Handbuch-Teilenummer

54574-97016

Edition

Erste Ausgabe, April 2007

Printed in Malaysia

Agilent Technologies, Inc.
395 Page Mill Road
Palo Alto, CA 94303 USA

Eine neuere Version dieses Handbuchs finden Sie unter

www.agilent.com/find/dso5000

Überarbeitung der Software

Dieses Benutzerhandbuch wurde für die Softwareversion 04.00 der Agilent 5000 Series Oszilloskope geschrieben.

Hinweise zu Marken

Java ist eine in den USA eingetragene Marke der Sun Microsystems, Inc.

Sun, Sun Microsystems und das Sun Logo sind in den USA und in anderen Ländern Marken oder eingetragene Marken von Sun Microsystems, Inc.

Windows und Microsoft Windows sind in den USA eingetragene Marken der Microsoft Corporation.

Handbuch-Gewährleistung

Die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Agilent Technologies übernimmt keinerlei Gewährleistung für die in dieser Dokumentation enthaltenen Informationen, insbesondere nicht für deren Eignung oder Tauglichkeit für einen bestimmten Zweck. Agilent Technologies übernimmt keine Haftung für Fehler, die in diesem Dokument enthalten sind, und für zufällige Schäden oder Folgeschäden im Zusammenhang mit der Lieferung, Ingebrauchnahme oder Benutzung dieser Dokumentation. Falls zwischen Agilent und dem Benutzer eine schriftliche Vereinbarung mit abweichenden Gewährleistungsbedingungen hinsichtlich der in diesem Dokument enthaltenen Informationen existiert, so gelten diese schriftlich vereinbarten Bedingungen.

Technologielizenzen

Die in diesem Dokument beschriebene Hardware und/oder Software wird unter einer Lizenz geliefert und darf nur entsprechend den Lizenzbedingungen genutzt oder kopiert werden.

Nutzungsbeschränkungen

Wenn Software für den Gebrauch durch die US-Regierung bestimmt ist, wird sie als „kommerzielle Computer-Software" gemäß der Definition in DFAR 252.227-7014 (Juni 1995), als „kommerzielle Komponente" gemäß der Definition in FAR 2.101(a), als „nutzungsbeschränkte Computer-Software" gemäß der Definition in FAR 52.227-19 (Juni 1987) (oder einer vergleichbaren Agentur- oder Vertragsbestimmung) ausgeliefert und lizenziert. Nutzung, Vervielfältigung oder Weitergabe von Software unterliegt den standardmäßigen Bestimmungen für kommerzielle Lizenzen von Agilent Technologies. US-Regierung und -Behörden (außer Verteidigungsministerium) erhalten keine Rechte, die über die Rechte an „nutzungsbeschränkter Computer- Software" gemäß FAR 52.227-19(c)(1-2) (Juni 1987) hinausgehen. Zur US-Regierung zählende Benutzer erhalten keine Rechte, die über die Rechte an „nutzungsbeschränkter Computer- Software" gemäß FAR 52.227-14 (Juni 1987) oder DFAR 252.227-7015 (b)(2) (November 1995) hinausgehen, soweit in technischen Daten anwendbar.

Sicherheitshinweis

VORSICHT

VORSICHT weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf einen Verarbeitungsprozess, eine Vorgehensweise o. Ä. aufmerksam, der, wenn er nicht genau befolgt bzw. ausgeführt wird, möglicherweise einen Schaden am Produkt oder den Verlust wichtiger Daten verursachen kann. Wenn ein Prozess mit dem Hinweis **VORSICHT** gekennzeichnet ist, dürfen Sie erst fortfahren, wenn Sie alle aufgeführten Bedingungen verstanden haben und diese erfüllt sind.

WARNUNG

WARNUNG weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf einen Verarbeitungsprozess, eine Vorgehensweise o. Ä. aufmerksam, der, wenn er nicht genau befolgt bzw. ausgeführt wird, möglicherweise ein schwere Verletzung oder sogar den Tod verursachen kann. Wenn ein Prozess mit dem Hinweis WARNUNG gekennzeichnet ist, dürfen Sie erst fortfahren, wenn Sie alle aufgeführten Bedingungen verstanden haben und diese erfüllt sind.

Übersicht

In diesem Benutzerhandbuch wird erklärt, wie Sie mit Oszilloskopen der Familie 5000A arbeiten. Es umfasst die folgenden Kapitel und Themen:

Die Oszilloskope der Familie Agilent 5000A sind besonders leistungsstark und verfügen über vielseitige Funktionen

- Modelle für die Bandbreiten 100 MHz, 300 MHz und 500 MHz
- Digitale Speicheroszilloskop-Modelle (DSO) mit 2- oder 4 Kanälen
- Abtastgeschwindigkeit bis zu 4 GSa/s
- Leistungsstarke Triggerung
- USB-, LAN- und GPIB-Anschlüsse für problemloses Drucken, Speichern und Freigeben von Daten
- XGA-Farbdisplay
- Optionale Betriebsart „Secure Environment“

Die Oszilloskope der Familie 5000A Series verfügen über die einzigartige MegaZoom III-Technologie

- Extrem leistungsstarker Tiefenspeicher
- Besonders hochauflösendes Farbdisplay
- Schnellste Signalaktualisierungsrate

Tabelle 1 Modellnummern und Abtastgeschwindigkeiten bei Modellen der Familie 5000A

Bandbreite	100 MHz	300 MHz	500 MHz
Maximale Abtast-geschwindigkeit	**2 GSa/s**	**2 GSa/s**	**4 GSa/s**
DSO 2-Kanal	DSO5012A	DSO5032A	DSO5052A
DSO 4-Kanal	DSO5014A	DSO5034A	DSO5054A

Integriertes „Quick Help"-System

Das Oszilloskop verfügt über ein „Quick Help"-System. Informationen zur Verwendung dieser Schnellhilfe finden Sie auf **Seite 42**.

Abgekürzte Anweisungen zum Drücken einiger Tasten

Die Anweisungen zum Drücken einiger Tasten werden in abgekürzter Form dargestellt. Beispiel: Anweisung zum Drücken von Taste1, dann Taste2, dann Taste3 wird wie folgt abgekürzt:

Drücken Sie**Taste1** → **Taste2** → **Taste3**.

Bei den Tasten kann es sich um Tasten auf der Frontplatte oder um Softkeys handeln. Die Softkeys befinden sich direkt unter dem Oszilloskop-Display.

Über die Website **www.agilent.com/find/dso5000** können Sie

- Software-Updates erhalten,
- eine neuere Version dieses Handbuchs (falls vorhanden) herunterladen,
- das Datenblatt des Oszilloskops ansehen oder drucken und
- noch mehr Interessantes über die Oszilloskope der Familie 5000A herausfinden.

Inhalt

1
Erste Schritte

Erste Schritte für die Benutzung des Oszilloskops:

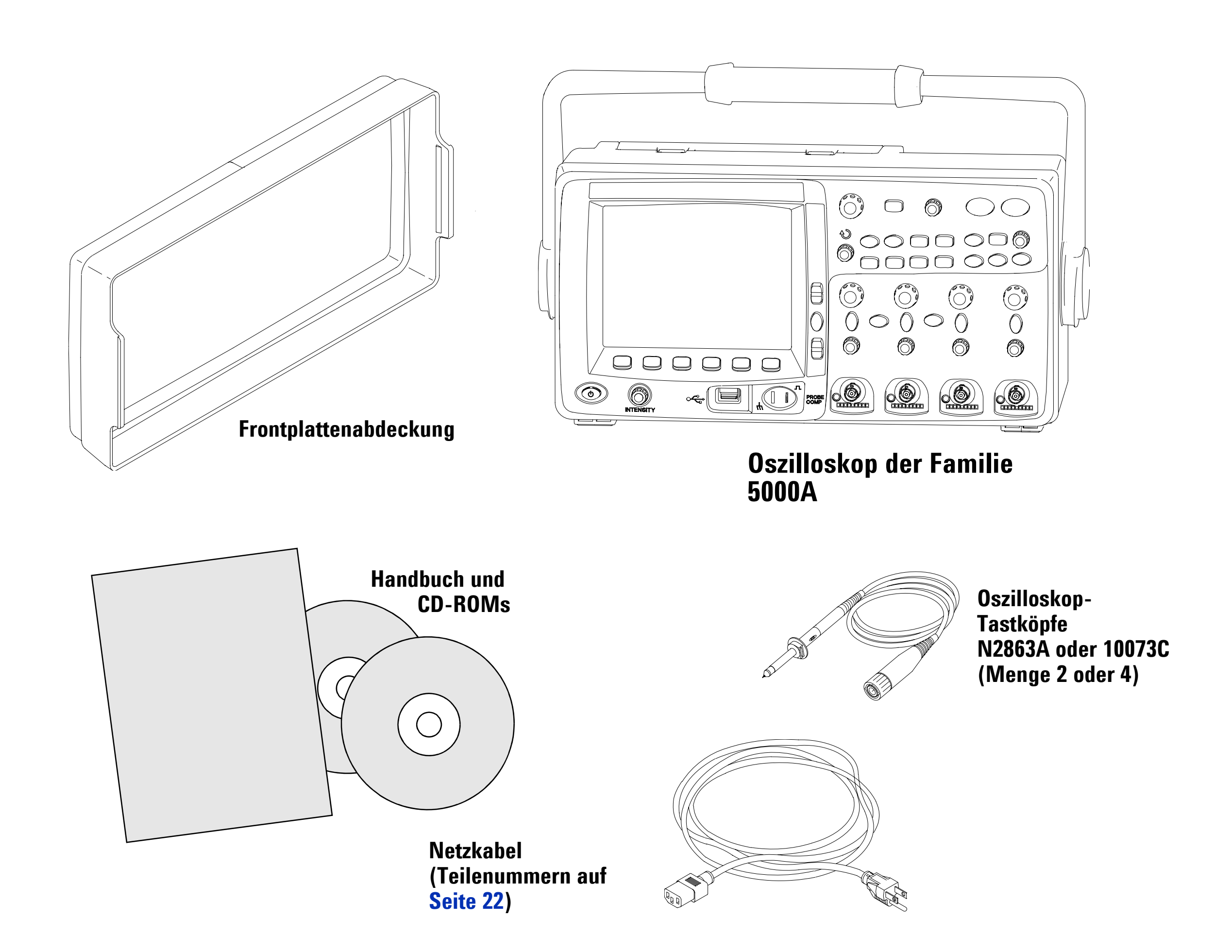
- ✔ Oszilloskop auspacken und Inhalt prüfen
- ✔ Aufstellbügel einstellen
- ✔ Oszilloskop für eine bessere Sichtposition nach Bedarf kippen
- ✔ Oszilloskop an das Stromnetz anschließen
- ✔ Tastköpfe anschließen
- ✔ Oszilloskop-Grundfunktionen überprüfen und Tastköpfe kompensieren

Lieferung auf Vollständigkeit kontrollieren

- ✔ Versandkarton auf Schäden überprüfen

  Falls der Versandkarton beschädigt ist, bewahren Sie den Karton und das Polstermaterial auf, bis Sie überprüft haben, ob die Lieferung vollständig und das Oszilloskop mechanisch und elektrisch in Ordnung ist.

- ✔ Überprüfen Sie, ob die folgenden Teile und das von Ihnen bestellte Sonderzubehör vorhanden sind:
  - Oszilloskop der Familie 5000A
  - Frontplattenabdeckung
  - Netzkabel (siehe Tabelle 3 auf Seite 22)
  - Oszilloskop-Tastköpfe
    - Zwei Tastköpfe für 2-Kanalmodelle
    - Vier Tastköpfe für 4-Kanalmodelle
    - N2863A-Tastköpfe für Modelle mit Bandbreite 100 und 300 MHz
    - 10073C-Tastköpfe für Modelle mit Bandbreite 500 MHz
  - Benutzerhandbuch
  - CD-ROM mit Programmer's Quick Start Guide, Programmer's Reference Guide und Service Guide (dem Schnellstarthandbuch, der Programmiererreferenz und dem Servicehandbuch).
  - CD-ROM mit der Automation-Ready-Software



Packungsinhalt für Oszilloskope der Familie 5000A

Tabelle 2 Erhältliches Zubehör

Modell	Beschreibung
N2760A	Weiche Tragetasche
N2917B	Transportkoffer
N2916B	Gestelleinbausatz
54684-44101	Frontplattenabdeckung
N2605A-097	USB-Kabel
10833A	GPIB-Kabel, 1 Meter lang
5061-0701	LAN-Kabel
10074C	Passiver Tastkopf, 10:1, 150 MHz, 1,5 m
N2863A	Passiver Tastkopf, 10:1, 300 MHz, 1,2 m
10073C	Passiver Tastkopf, 10:1, 500 MHz, 1,5 m
1130A	InfiniiMax-Tastköpfe (für mindestens einen Tastkopf)
1141A	200 MHz-Differentialtastkopf (mit 1142A-Netzgerät)
1144A	800 MHz aktiver Tastkopf (mit 1142A-Netzgerät)
1145A	750 MHz aktiver 2 Kanal-Tastkopf (mit 1142A-Netzgerät)
1156A	1.5 GHz aktiver Tastkopf
1146A	100 kHz-Strommesszange, AC/DC
10070C	Passiver Tastkopf (1:1)
10072A	Tastkopf-Kit für Fine-Pitch-ICs
10075A	IC-Testclip-Kit 0,5 mm
10076A	250-MHz-Tastkopf (100:1, 4 kV)
E2613B	Wedge-IC-Testadapter 0,5 mm, drei Signale (2 Stück)
E2614A	Wedge-IC-Testadapter 0,5 mm, acht Signale (1 Stück)
E2615B	Wedge-IC-Testadapter 0,65 mm, drei Signale (2 Stück)
E2616A	Wedge-IC-Testadapter 0,65 mm, acht Signale (1 Stück)
E2643A	Wedge-IC-Testadapter 0,5 mm, 16 Signale (1 Stück)
E2644A	Wedge-IC-Testadapter 0,65 mm, 16 Signale (1 Stück)
N2772A	20 MHz-Differentialtastkopf
N2773A	Stromversorgung für N2772A
N2774A	50 MHz-Strommesszange, AC/DC
N2775A	Stromversorgung für N2774A

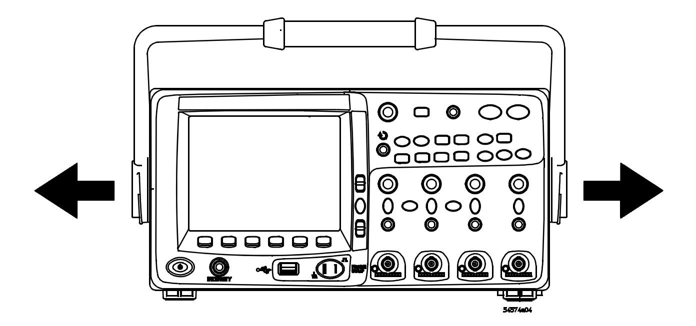
Sie können nach diesen Teilen auch unter www.agilent.com oder www.parts.agilent.com suchen.

Aufstellbügel einstellen

Der Aufstellbügel des Oszilloskops kann in drei Positionen festgestellt werden:

- oben - für Transportzwecke
- hinten - so dass der Bügel nicht stört
- unten - damit ein auf dem Boden stehendes Oszilloskop für eine bessere Sichtposition nach hinten gekippt werden kann, sofern man darüber steht

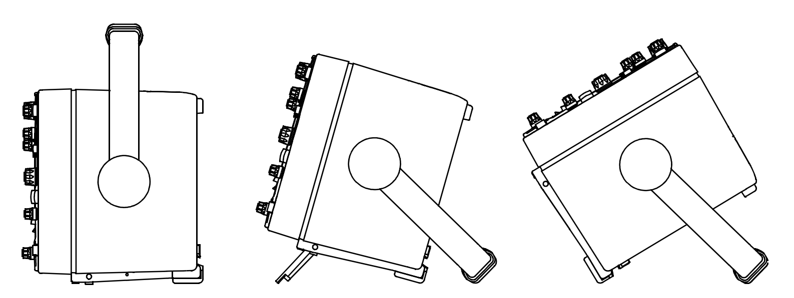
1 Zum Verschieben des Bügels ziehen Sie das Gerät an beiden Seiten an den Bügelnarben bis zum Haltepunkt.



2 Bringen Sie nun den Bügel bei auseinandergezogenen Narben in die gewünschte Position. Lassen Sie dann die Narben los. Drehen Sie den Bügel noch etwas weiter, bis er in einer bestimmten Position einrastet.

Oszilloskop für bessere Sichtposition kippen

Die Kippständer (unter dem Oszilloskop) werden so positioniert, wie es in der mittleren Abbildung zu sehen ist. Wie die rechte Abbildung zeigt, wird bei einem auf dem Boden stehenden Oszilloskop der Bügel als Ständer genutzt.



Montage in einem Gestell

Oszilloskope der Familie 5000A können nach der EIA-Norm (Electronic Industries Association) in ein 487 mm großes Gestell eingebaut werden.

Für einen solchen Einbau ist der N2916B-Gestelleinbausatz erhältlich. In diesem Bausatz sind die dazugehörigen Montageanweisungen enthalten.

Oszilloskop an das Stromnetz anschließen

1 Stecken Sie das Netzkabel in das Netzanschlussmodul auf der Rückwand des Oszilloskops. Stecken Sie das andere Ende des Netzkabels in eine geeignete Netzsteckdose.

Das Netzteil des Oszilloskops stellt sich automatisch auf die jeweilige Netzspannung ein. Diese muss im Bereich von 100 bis 240 VAC liegen. Stellen Sie sicher, dass Sie das richtige Stromkabel verwenden. Siehe hierzu Tabelle 3 auf Seite 22. Das mitgelieferte Netzkabel entspricht den Normen des Bestimmungslandes.

WARNUNG **Es muss stets ein einwandfrei geerdetes Stromkabel ohne unterbrochene Erdung benutzt werden.**

2 Drücken Sie den Netzschalter.

Der Ein-/Aus-Schalter befindet sich auf der Frontplatte unten links. Die Lichter auf der Frontplatte leuchten auf und das Oszilloskop ist in wenigen Sekunden betriebsbereit.

Belüftungsanforderungen

Die Be- und Entlüftungsbereiche dürfen nicht blockiert sein. Für die sachgerechte Kühlung ist eine ungehinderte Luftzufuhr erforderlich.

Belüftungsanforderungen

Die Luft wird von einem Ventilator unterhalb des Oszilloskops angesaugt und nach hinten ausgestoßen. Achten Sie stets darauf, dass Zu - und Abluft frei fließen kann.

Falls Sie das Oszilloskop in einer Gestellvorrichtung nutzen, lassen Sie unter und hinter dem Gerät mindestens 100 mm Freiraum.

Tabelle 3 Stromkabel

Steckertyp	Kabel-Teilenummer	Steckertyp	Kabel-Teilenummer
Opt 900 (Großbritannien)	8120-1703	Opt 918 (Japan)	8120-4754
Opt 901 (Australien)	8120-0696	Opt 919 (Israel)	8120-6799
Opt 902 (Europa)	8120-1692	Opt 920 (Argentinien)	8120-6871
Opt 903 (U.S.A.)	8120-1521	Opt 921 (Chile)	8120-6979
Opt 906 (Schweiz)	8120-2296	Opt 922 (China)	8120-8377
Opt 912 (Dänemark)	8120-2957	Opt 927 (Thailand)	8120-8871
Opt 917 (Südafrika)	8120-4600		

Die Remoteschnittstelle

Sämtliche Oszilloskope der Familie 5000A können Daten übertragen. Die Kommunikation lässt sich entweder über die Tasten der Frontplatte oder über LAN, USB, bzw. GPIB steuern.

Die dem Oszilloskop beiliegende *Automation-Ready-CD* enthält die erforderlichen Verbindungsprogramme für diese Schnittstellen. Zur Installation der Software auf Ihrem Computer folgen Sie den Anweisungen auf der CD.

Fernsteuerungsbefehle werden per LAN, USB oder GPIB übertragen. Befehle dieser Art erfolgen in der Regel dann, wenn das Oszilloskop für automatische Tests und zur Datenerfassung programmgesteuert wird. Informationen zur Steuerung des Oszilloskops über die Fernbefehle finden Sie auf Ihrer Dokumentations-CD im *Programmer's Quick Start Guide*. Dieses Handbuch ist auch online zugänglich. Rufen Sie dazu im Internet www.agilent.com/find/dso5000 auf. Klicken Sie auf „Technical Support" und dann auf „Manuals".

Alle Oszilloskope der Familie 5000A verfügen über einen integrierten Webserver (erfordert die Softwareversion 4.0 oder höher. Anweisungen zur Aktualisierung der Software finden Sie auf Seite 226). Mit dem Webbrowser können Sie Maßeinheiten festlegen, Signale überwachen, Screenshots erstellen und das Oszilloskop fernsteuern.

Detaillierte Informationen zum Netzwerkanschluss

Detaillierte Informationen zum Netzwerkanschluss finden Sie im USB/LAN/GPIB Connectivity Guide. Eine Druckversion des Connectivity Guide erhalten Sie über unsere Website. Rufen Sie dazu in Ihrem Browser www.agilent.com auf und suchen Sie nach „Connectivity Guide".

LAN-Verbindung einrichten

1 Schließen Sie zuerst den Steuerungscomputer an das LAN an, sofern dies noch nicht der Fall ist.
2 Geben Sie die Netzwerkparameter des Oszilloskops ein bzw. fragen Sie Ihren Netzwerkadministrator danach (Hostname, Domäne, IP-Adresse, Subnetzmaske, Gateway IP, DNS IP, usw.).
3 Verbinden Sie das Oszilloskop mit dem LAN, indem Sie auf der Rückseite des Geräts das LAN-Kabel in den dafür vorgesehenen Anschluss stecken.
4 Prüfen Sie, dass am Oszilloskop die Steuerungsschnittstelle aktiviert ist
    a Drücken Sie die Taste **Utility**.
    b Drücken Sie die Softkeys **I/O** und **Control**.
    c Wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf die Option „LAN“ aus und drücken Sie dann nochmals auf **Control**.
5 Die LAN-Schnittstelle des Oszilloskops konfigurieren
    a Drücken Sie den Softkey **Configure** solange, bis „**LAN**“ angezeigt wird.
    b Drücken Sie den Softkey **LAN Settings**.
    c Drücken Sie den Softkey **Config** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um „DHCP“, „AutoIP“ oder „netBIOS“ mit den dazugehörigen Optionen auszuwählen.
    d Drücken Sie den Softkey **Addresses**. Drücken Sie den Softkey **Modify** (und die anderen Softkeys zusammen mit dem Eingabedrehknopf), um die Werte für „IP Address“, „Subnet Mask“, „Gateway IP“ und „DNS IP“ einzugeben. Drücken Sie nach Abschluss auf den Pfeil nach oben, um das Menü zu verlassen.
    e Drücken Sie den Softkey **Domain**. Drücken Sie den Softkey **Modify** (und die anderen Softkeys zusammen mit dem Eingabedrehknopf), um die Namen für „Host“ und „Domain“ einzugeben. Drücken Sie nach Abschluss auf den Pfeil nach oben, um das Menü zu verlassen.
    f Drücken Sie den Softkey **Apply**, um die Änderungen zu übernehmen.

HINWEIS

Wenn Sie das Oszilloskop an das LAN anschließen, können Sie durch Festlegen eines Kennwortes den Benutzerzugriff einschränken. Standardmäßig ist das Oszilloskop nicht durch ein Kennwort geschützt. Auf Seite 32 wird beschrieben, wie Sie ein Kennwort festlegen.

Weitere Informationen zum Netzwerkanschluss des Oszilloskops finden Sie im Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide. Eine Druckversion des Connectivity Guide erhalten Sie über unsere Website. Rufen Sie dazu in Ihrem Browser www.agilent.com auf und suchen Sie nach „Connectivity Guide“.

LAN-Punkt-zu-Punkt-Verbindung einrichten

Nachfolgend wird beschrieben, wie Sie eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung (eigenständige Verbindung) zu einem Oszilloskop einrichten. Dies ist dann nützlich, wenn Sie das Oszilloskop über einen Laptop oder einen anderen eigenständigen Rechner steuern möchten.

1. Installieren Sie die „Agilent I/O Libraries Suite“ von der mitgelieferten CD. Falls Sie nicht über die CD verfügen, können Sie die „I/O Libraries Suite“ online über www.agilent.com/find/iolib herunterladen.
2. Verbinden Sie Ihren PC und das Oszilloskop mit einem LAN-Kabel, z. B. Agilent-Teilenummer 5061-0701 (muss separat bestellt werden).
3. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
4. Drücken Sie **Utility** → **I/O**. Der I/O-Status wird angezeigt. Warten Sie, bis der **LAN Status** für das Oszilloskop die Meldung „**configured**“ anzeigt. Dies kann einige Minuten in Anspruch nehmen.
5. Starten Sie von der Programmgruppe der „Agilent I/O Libraries Suite“ die Anwendung „Agilent Connection Expert“.
6. Sobald die Anwendung „Agilent Connection Expert“ angezeigt wird, wählen Sie **Refresh All**.
7. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **LAN** und wählen Sie **Add Instrument**.
8. Im Fenster „Add Instrument“ wird die Zeile „LAN“ markiert angezeigt. Bestätigen Sie mit **OK**.
9. Wählen Sie im Fenster „LAN Instrument“ den Befehl **Find Instruments...**.
10. In der Gerätesuche des LAN-Fensters müssten die Elemente **LAN** und **Look up hostnames** markiert angezeigt werden.
11. Wählen Sie die Taste **Find Now**. (HINWEIS: Es kann bis zu drei Minuten dauern, bis das Gerät erkannt wird. Falls das Gerät beim ersten Mal nicht gefunden wird, warten Sie ca. 1 Minute und versuchen Sie es erneut.)

12 Wurde das Gerät erkannt, schließen Sie das Fenster „Add Instrument“, indem Sie zweimal mit **OK** bestätigen.

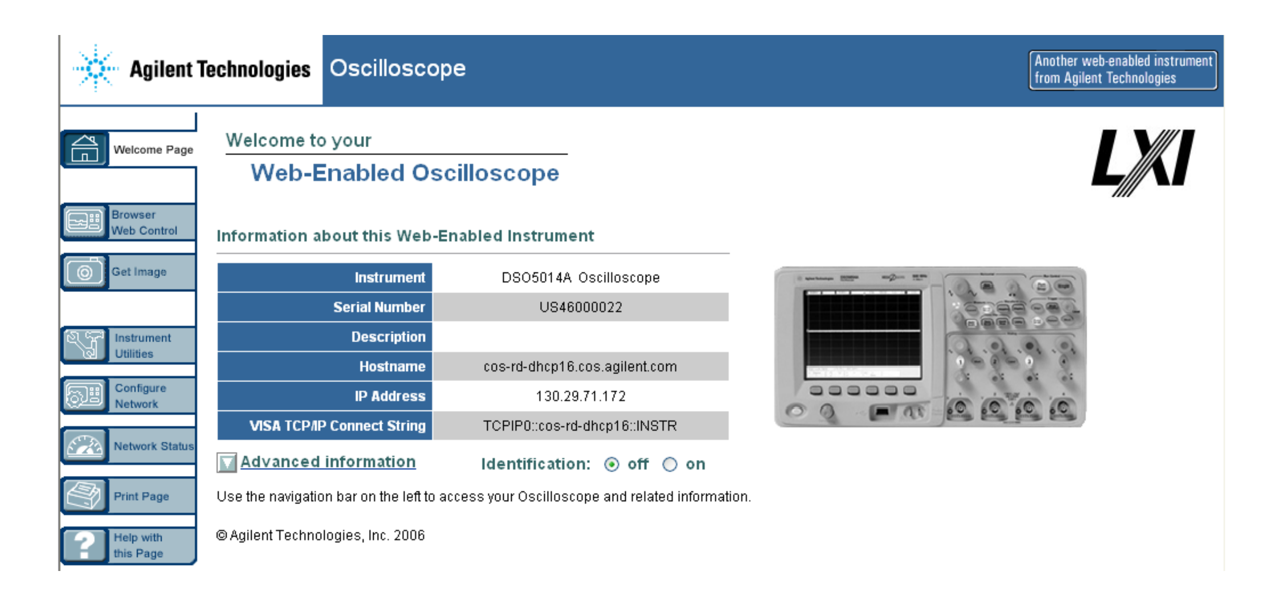
Das Gerät ist nun angeschlossen und die Webschnittstelle kann genutzt werden.

Mit der Webschnittstelle arbeiten

Alle Oszilloskope der Familie 5000A verfügen über einen integrierten Webserver.

Wenn Sie das Oszilloskop mit einem Computer und einem Webbrowser verbinden, haben Sie folgende Möglichkeiten:

- Steuern des Oszilloskops über die Funktion „Remote Front Panel“
- Aktivierung der Funktion „Identify“ (siehe Seite 31), die zur Erkennung eines bestimmten Geräts die Lichter auf der Frontplatte blinken lässt
- Anzeigen von Informationen zum Oszilloskop, wie z. B. Modellnummer, Seriennummer, Hostname, IP-Adresse und VISA-Adresse
- Anzeigen der Firmware-Version des Oszilloskops und Hochladen neuer Firmware in das Gerät
- Anzeigen und Ändern von Netzwerkkonfiguration und Statusinformationen für das Oszilloskop



Das Oszilloskop über einen Webbrowser bedienen

Ein integrierter Webserver sorgt für die Datenübertragung und ermöglicht die Bedienung über einen Webbrowser, bei dem Java™ aktiviert ist. Mit dem Browser können Sie Maßeinheiten festlegen, Signale überwachen, Screenshots erstellen und das Oszilloskop fernsteuern. Des Weiteren können über das LAN auch SCPI-Befehle (Standard Commands for Programmable Instrumentation) gesendet werden.

Als Webbrowser für die Kommunikation und Steuerung des Oszilloskops empfehlen wir den Internet Explorer 6 oder höher. Sie können zwar auch andere Webbrowser verwenden, es besteht jedoch keine Garantie, dass diese einwandfrei mit dem Oszilloskop funktionieren. Im Webbrowser muss das Java Plug-in von Sun Microsystems™ aktiviert sein.

Das Oszilloskop über einen Webbrowser bedienen

1 Schließen Sie das Oszilloskop an das LAN an (siehe Seite 24) oder richten Sie eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung ein (siehe Seite 26). Eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung ist möglich (siehe Seite 26), doch ist die LAN-Nutzung die bevorzugte Methode.

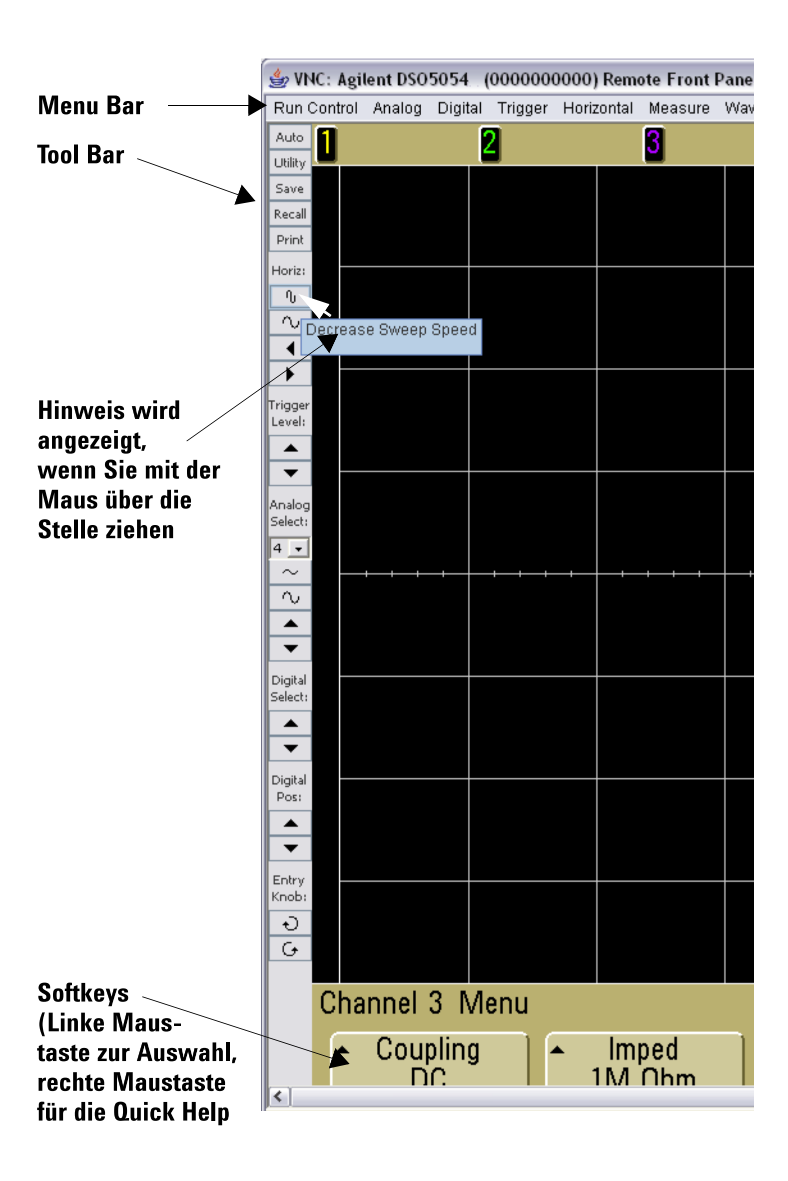
2 Geben Sie in Ihrem Webbrowser den Hostnamen oder die IP-Adresse des Oszilloskops ein, damit die „Welcome“-Seite des Geräts angezeigt wird.

3 Wenn die Webseite des Oszilloskops angezeigt wird, wählen Sie **Browser Web Control** und dann **Remote Front Panel**. Nach wenigen Sekunden wird das „Remote Front Panel“ angezeigt.

HINWEIS

Falls Java auf Ihrem Computer nicht installiert ist, werden Sie aufgefordert, das Java Plug-in von Sun Microsystems zu installieren. Zur Ausführung von „Remote Front Panel“-Funktionen auf dem Steuerungs-PC ist dieses Plug-in erforderlich.

4 Über die „Menu Bar“ und die „Tool Bar“ können Sie ein normalerweise durch ein Fernprogramm gesteuertes Oszilloskop auch manuell bedienen.

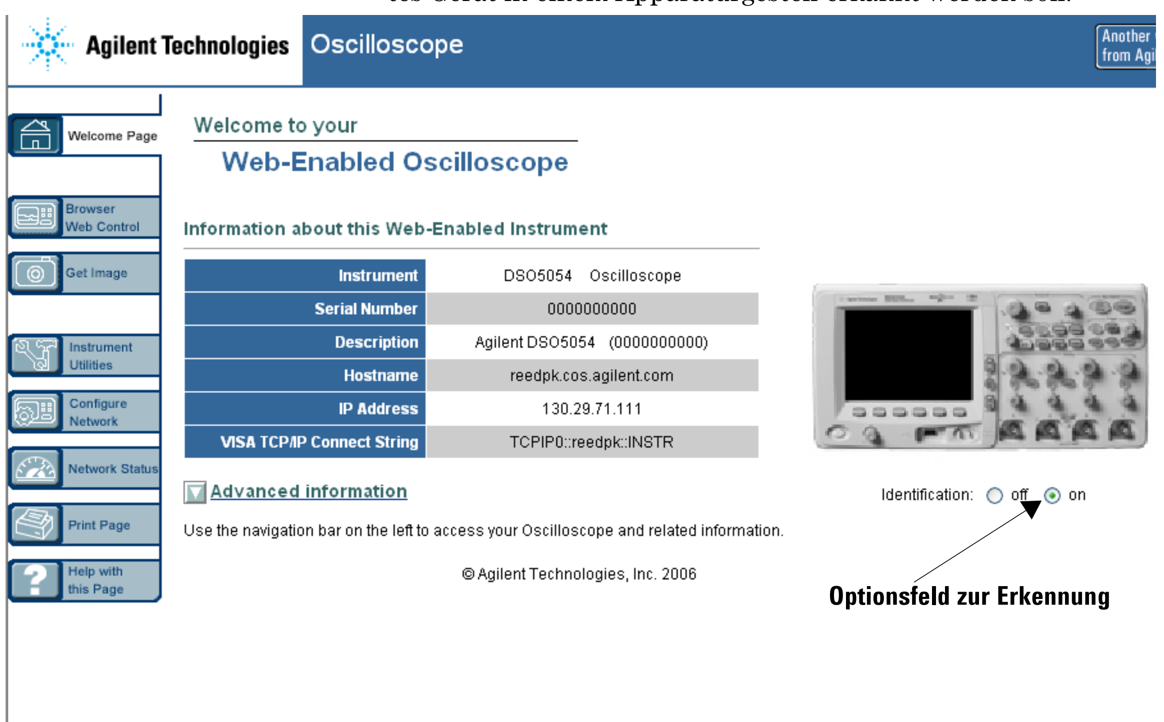

Menu Bar
Tool Bar
Hinweis wird angezeigt, wenn Sie mit der Maus über die Stelle ziehen
Softkeys (Linke Maus- taste zur Auswahl, rechte Maustaste für die Quick Help
VNC: Agilent DSO5054 (0000000000) Remote Front Pane
Run Control Analog Digital Trigger Horizontal Measure
Auto
Utility
Save
Recall
Print
Horiz:
Decrease Sweep Speed
Trigger Level:
Analog Select:
Digital Select:
Digital Pos:
Entry Knob:
Channel 3 Menu
Coupling
Imped

Bildlauf und Bildschirmauflösung

Wenn auf dem Remotecomputer eine Bildschirmauflösung von 1024 x 768 Pixel oder weniger eingestellt ist, müssen Sie zur vollständigen Anzeige der Remote-Frontplatte den Bildlauf verwenden. Wenn Sie die Remote-Frontplatte ohne Bildlaufleisten anzeigen möchten, wählen Sie auf Ihrem Computer eine größere Bildschirmauflösung als 1024 x 768.

Funktion „Identify“

Wählen Sie auf der „Welcome“-Seite des Oszilloskops neben „Identification“ das Optionsfeld **on** (unter dem Bild des Oszilloskops). Es wird die Meldung “**Identify**” angezeigt. Um auf der Webseite fortfahren zu können, müssen Sie entweder den Softkey **OK** drücken oder neben „Identification“ das Optionsfeld „off“ aktivieren. Diese Funktion ist nützlich, wenn ein bestimmtes Gerät in einem Apparaturgestell erkannt werden soll.

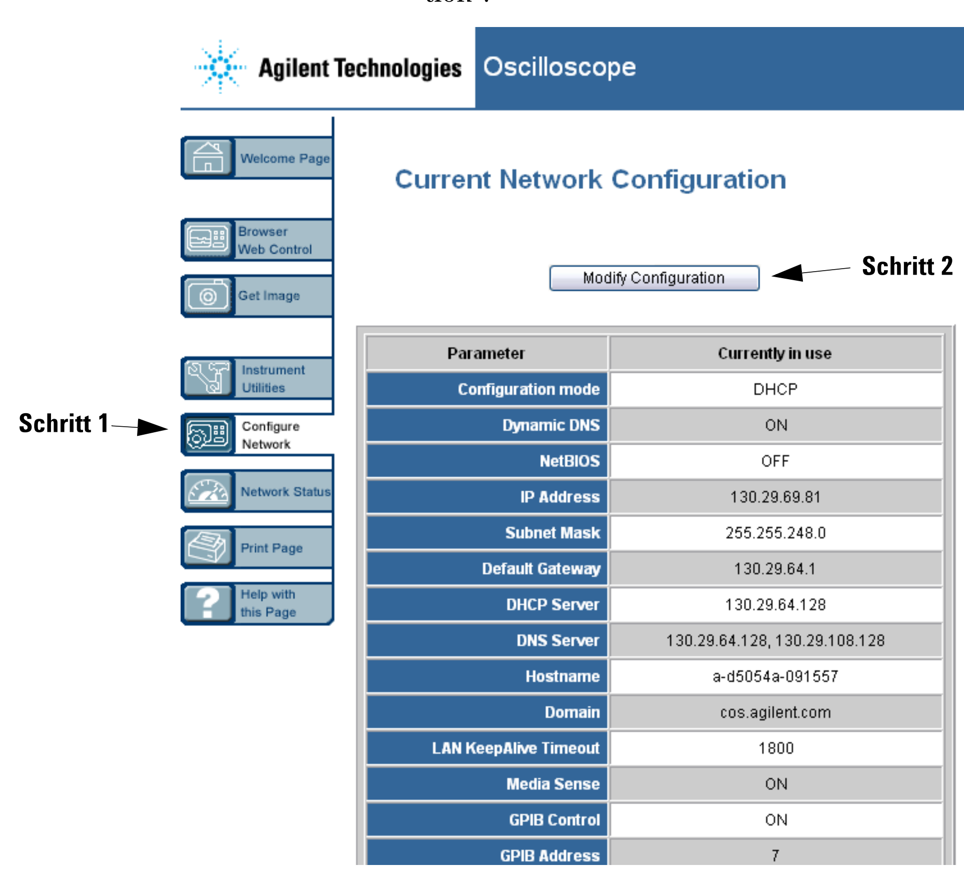


Kennwort festlegen

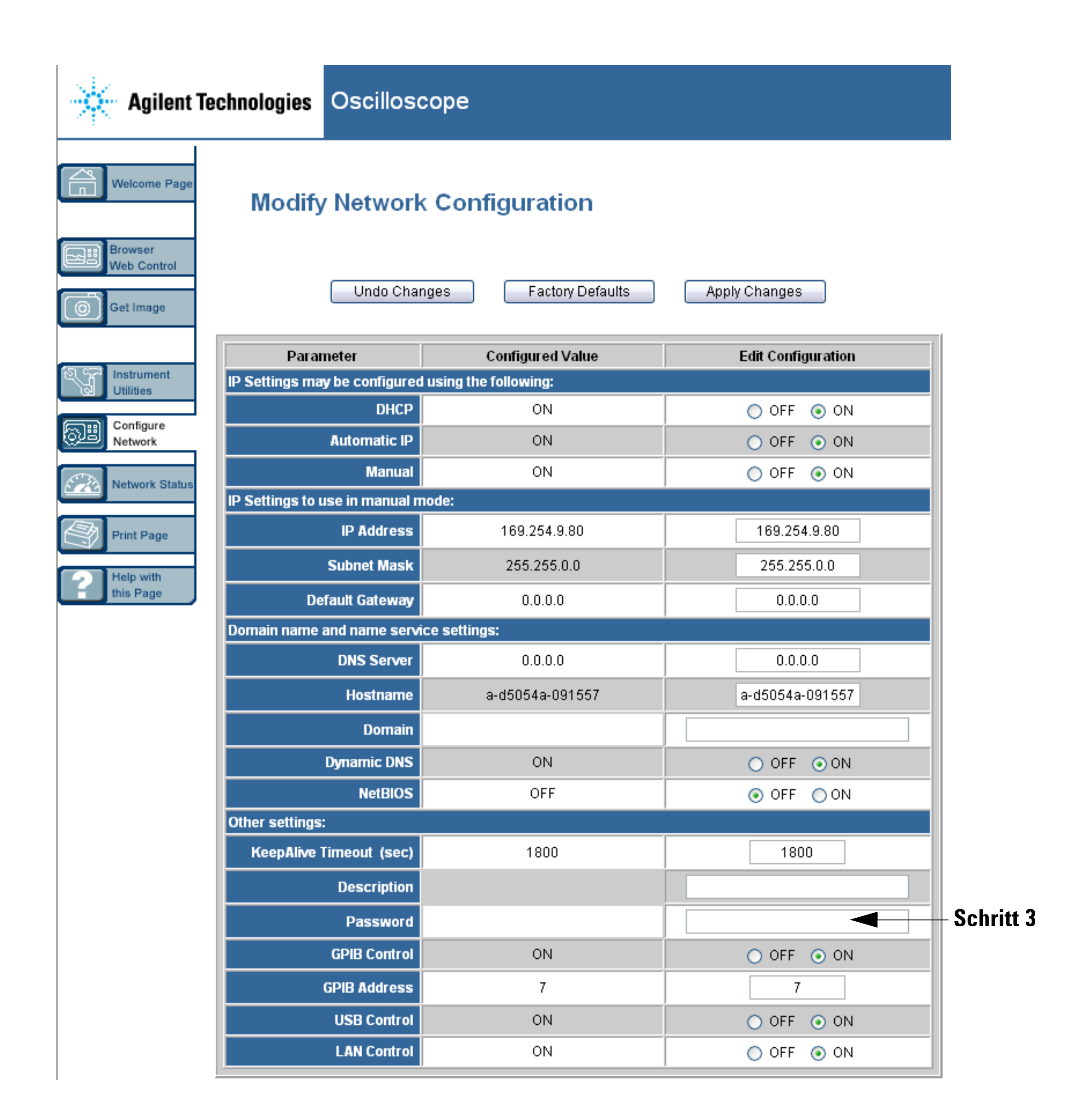
Wenn Sie das Oszilloskop an ein LAN anschließen, können Sie ein Kennwort festlegen, um einem unerlaubten Benutzerzugriff über den Webbrowser vorzubeugen.

1 Wählen Sie dazu auf der „Welcome“-Seite des Geräts die Registerkarte „Configure Network“.

2 Wählen Sie anschließend die Schaltfläche „Modify Configuration“.



Parameter	Currently in use
Configuration mode	DHCP
Dynamic DNS	ON
NetBIOS	OFF
IP Address	130.29.69.81
Subnet Mask	255.255.248.0
Default Gateway	130.29.64.1
DHCP Server	130.29.64.128
DNS Server	130.29.64.128, 130.29.108.128
Hostname	a-d5054a-091557
Domain	cos.agilent.com
LAN KeepAlive Timeout	1800
Media Sense	ON
GPIB Control	ON
GPIB Address	7


Agilent Technologies
Oscilloscope
Welcome Page
Browser Web Control
Get Image
Instrument Utilities
Configure Network
Network Status
Print Page
Help with this Page
Modify Network Configuration
Undo Changes
Factory Defaults
Apply Changes
Parameter
Configured Value
Edit Configuration
IP Settings may be configured using the following:
DHCP ON OFF ON
Automatic IP ON OFF ON
Manual ON OFF ON
IP Settings to use in manual mode:
IP Address 169.254.9.80 169.254.9.80
Subnet Mask 255.255.0.0 255.255.0.0
Default Gateway 0.0.0.0 0.0.0.0
Domain name and name service settings:
DNS Server 0.0.0.0 0.0.0.0
Hostname a-d5054a-091557 a-d5054a-091557
Domain
Dynamic DNS ON OFF ON
NetBIOS OFF OFF ON
Other settings:
KeepAlive Timeout (sec) 1800 1800
Description
Password
GPIB Control ON OFF ON
GPIB Address 7 7
USB Control ON OFF ON
LAN Control ON OFF ON
Schritt 3

3 Geben Sie das gewünschte Kennwort ein.
4 Wählen Sie die Schaltfläche „Apply Changes“.

Kennwort zurücksetzen:

1 Drücken Sie **Utility** → **I/O** → **LAN Reset**.

Weitere Informationen zum Anschluss des Oszilloskops an ein LAN finden Sie im Agilent Technologies USB/LAN/GPIB Connectivity Guide. Eine Druckversion des Connectivity Guide erhalten Sie über unsere Website. Rufen Sie dazu in Ihrem Browser www.agilent.com auf und suchen Sie nach „Connectivity Guide“.

Anschluss der Oszilloskop-Tastköpfe

Die Eingangsimpedanz kann ausgewählt werden: 1 MΩ oder 50 Ω. Drücken Sie die Taste zum Ein- und Ausschalten des Kanals (siehe Seite 48) und drücken Sie dann zur Auswahl der Eingangsimpedanz den Softkey **Imped**.

Betriebsart 1 MΩ wird mit vielen passiven Tastköpfen und für allgemeine Messzwecke genutzt. Die hohe Impedanz verringert bei dem getesteten Schaltkreis die Ladungswirkung des Oszilloskops.

Die 50 Ω-Betriebsart entspricht den 50 Ω-Kabeln sowie einigen aktiven Tastköpfen, die in der Regel zu Hochfrequenzmessungen verwendet werden. Durch die Impedanzübereinstimmung erhalten Sie äußerst genaue Messergebnisse, da am Signalweg die Reflektionen auf ein Minimum reduziert werden.

1 Schließen Sie an der Frontplatte den mitgelieferten Oszilloskop-Tastkopf an die BNC-Anschlussbuchse eines Kanals an.
2 Schließen Sie die einziehbare Hakenspitze des Tastkopfes an den gewünschten Punkt des Stromkreises an. Achten Sie darauf, dass die Erdungsleitung des Tastkopfes an einen Erdungspunkt am Stromkreis angeschlossen ist.

VORSICHT



Bei Oszilloskopen der Familie Agilent 5000A darf in der 50 Ω-Betriebsart die Spannung am BNC nicht stärker als 5 Veff sein. Die 50 Ω-Betriebsart verfügt deshalb über einen Eingangsschutz und die 50 Ω-Ladung schaltet sich aus, sobald die Spannung 5 Veff überschreitet. Abhängig von der Zeitkonstante des Signals, können jedoch die Eingänge trotzdem beschädigt werden. Der 50 Ω-Eingangsschutz funktioniert bei den Oszilloskopen der Familie 5000A nur bei eingeschalteten Geräten.

VORSICHT



Die Erdungsleitung des Tastkopfes ist an das Oszilloskop-Gehäuse und an den Erdungsdraht des Stromkabels angeschlossen. Wenn Sie zwischen zwei spannungsführenden Punkten Messungen vornehmen müssen, verwenden Sie einen Differentialtastkopf. Durch die Unterbrechung der Erdung und das nicht geerdete Gehäuse entstehen vermutlich ungenaue Messungen.

WARNUNG

Ignorieren Sie nicht den Schutzmechanismus der Oszilloskop-Erdung. Das Oszilloskop muss über sein Stromkabel geerdet sein. Bei einer Unterbrechung der Erdung besteht die Gefahr eines Stromschlags.

VORSICHT



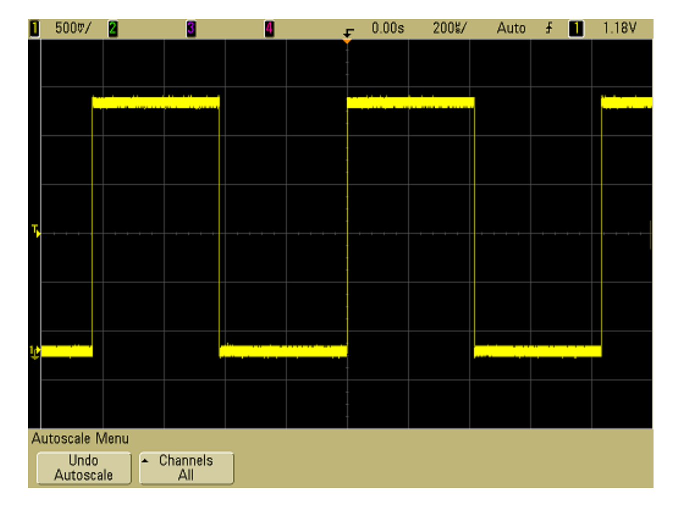
Maximale Eingangsspannung für Analogeingänge:

CAT I 300 Veff, 400 Vpk; transiente Überspannung 1,6 kVpk
CAT II 100 Veff, 400 Vpk
mit N2863A 10:1 Tastkopf: CAT I 600 V, CAT II 300 V (DC + Spitzen-AC)
mit 10073C 10:1 Tastkopf: CAT I 500 Vpk, CAT II 400 Vpk

Oszilloskop-Grundfunktionen überprüfen

Ein auf dem Oszilloskop anzeigbares Signal prüfen

1 Drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **Save/Recall** und dann den Softkey **Default Setup**. (Die Softkeys befinden sich auf der Frontplatte direkt unterhalb des Displays.) Für das Oszilloskop gelten nun die Standardeinstellungen.
2 Schließen Sie einen Tastkopf von Kanal 1 auf der Frontplatte an den Signalanschluss **Probe Comp** an.
3 Schließen Sie die Erdungsleitung des Tastkopfes an den Erdungsanschluss an. Dieser befindet sich neben dem **Probe Comp**-Anschluss.
4 Drücken Sie **AutoScale**.
5 Auf dem Oszilloskop sollte ein Signal wie das folgende zu sehen sein:



Wird bei dem Signal die Rechteckwelle nicht in der korrekten Form angezeigt, führen Sie die in „Tastköpfe des Oszilloskops kompensieren“ auf Seite 38 beschriebenen Schritte durch.

Falls Sie kein Signal sehen, prüfen Sie, ob die Stromquelle adäquat, das Oszilloskop korrekt mit Strom versorgt, der Tastkopf sachgerecht an die BNC-Buchse der Frontplatte und den „Probe Comp“-Anschluss angeschlossen ist.

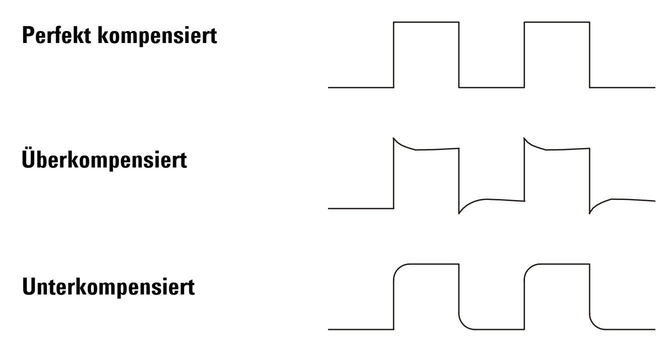
Tastköpfe des Oszilloskops kompensieren

Zur Abstimmung der Tastköpfe auf die Kanäle des Oszilloskops sollte eine Tastkopfkompensation durchgeführt werden. Schlecht eingestellte Tastköpfe können zu Messfehlern führen.

Zur Kompensation der N2863A-Tastköpfe verwenden Sie die mitgelieferte Anweisung.

Zur Kompensation der 10073C-Tastköpfe können Sie ebenfalls diese Anweisung nutzen oder die nachfolgend beschriebenen Schritte ausführen.

1 Führen Sie zuerst diesen Schritt durch: „Oszilloskop-Grundfunktionen überprüfen“ auf Seite 37.
2 Passen Sie mit einem nichtmetallischen Werkzeug den Trimmerwiderstand am Tastkopf an einen möglichst flachen Impuls an. Der Trimmerwiderstand befindet sich an der BNC-Anschlussbuchse des Tastkopfes.



3 Schließen Sie Tastköpfe an alle übrigen Kanäle des Oszilloskops an (an Kanal 2 bei einem 2-Kanal-Oszilloskop oder an die Kanäle 2, 3 und 4 bei einem 4-Kanal-Oszilloskop). Wiederholen Sie für jeden Kanal das Verfahren. Dadurch wird jeder Tastkopf auf den entsprechenden Kanal abgestimmt.

Die Tastkopfkompensation ist ein einfacher Test, um die Funktionsfähigkeit des Oszilloskops zu überprüfen.

Tastköpfe kalibrieren

Das Oszilloskop kann seine Kanäle selbst für bestimmte aktive Tastköpfe - wie z. B. InfiniiMax-Tastköpfe - präzise kalibrieren. Andere Tastköpfe, wie z. B. die passiven Tastköpfe 10073C und N2863A müssen nicht kalibriert werden. Der Softkey „Calibrate Probe“ wird grau (inaktiv) angezeigt, wenn der angeschlossene Tastkopf nicht kalibriert werden muss.

Wenn Sie einen kalibrierbaren Tastkopf anschließen (z. B. einen InfiniiMax-Tastkopf), wird im Kanalmenü der Softkey **Calibrate Probe** aktiv angezeigt. Schließen Sie den Tastkopf an den „Probe Comp“-Anschluss und die Tastkopferdung an die „Probe Comp“-Erdungsbuchse an. Drücken Sie den Softkey **Calibrate Probe** und befolgen Sie die Anweisungen auf dem Display.

HINWEIS

Bei der Kalibrierung eines Differentialtastkopfes schließen Sie die positive Leitung an den „Probe Comp“-Anschluss und die negative Leitung an den „Probe Comp“-Erdungsanschluss an. /Sie müssen hier unter Umständen eine Krokodilklemme an der Erdungsöse befestigen, damit der Differentialtastkopf zwischen dem „Probe Comp“-Testpunkt und der Erdung nicht behindert wird. Eine sachgerechte Erdung gewährleistet eine präzise Tastkopfkalibrierung.

Unterstützte passive Tastköpfe

Bei Oszilloskopen der Familie 5000A können die nachfolgend aufgeführten passiven Tastköpfe verwendet werden. Dabei ist jede Kombination möglich.

Tabelle 4 Passive Tastköpfe

Passive Tastköpfe	Mögliche Menge
N2863A	4
10070C	4
10073C	4
10074C	4
10076A	4

Mögliche aktive Tastköpfe

Aktive Tastköpfe ohne eigene externe Stromversorgung benötigen reichlich Strom über die „AutoProbe“-Schnittstelle. Unter „Mögliche Menge“ wird angezeigt, welche maximale Anzahl an aktiven Tastkopftypen jeweils an das Oszilloskop angeschlossen werden kann. Falls zu viel Strom über die „AutoProbe“-Schnittstelle gezogen wird, weist eine Fehlermeldung darauf hin, dass alle Tastköpfe zum Zurücksetzen der Schnittstelle vorübergehend entfernt werden müssen.

Tabelle 5 Aktive Tastköpfe

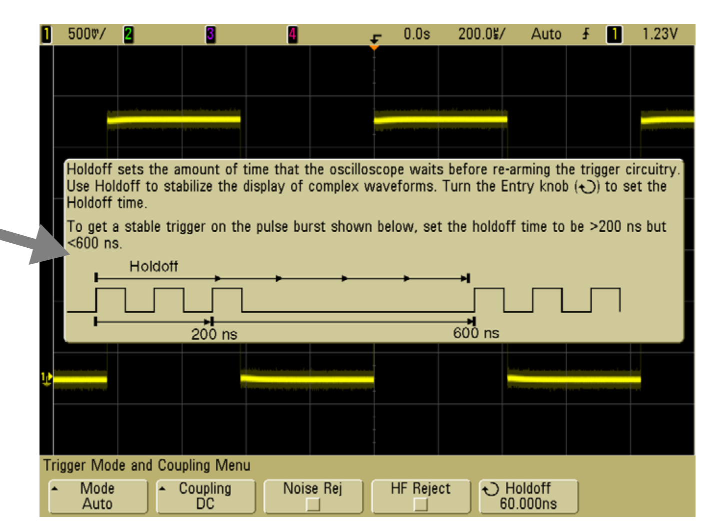
Aktive Tastköpfe	Mögliche Menge
1.130A	2
1.131A	2
1.132A	2
1.134A	2
1141A mit 1142A-Netzteil	4
1.144A mit 1142A-Netzteil	4
1.145A mit 1142A-Netzteil	2
1.147A	2
1.156A	4
1.157A	4
1.158A	4
N2772A mit N2773A-Netzteil	4
N2774A mit N2775A-Netzteil	4

Benutzung von „Quick Help“

„Quick Help“ aufrufen

1 Halten Sie die Taste oder den Softkey gedrückt, zu der bzw. dem Sie Hilfe benötigen.

Quick Help-Nachricht



Halten Sie eine Taste bzw. einen Softkey auf der Frontplatte gedrückt oder klicken im Webbrowser mit der rechten Maustaste auf den Softkey.

Sie können festlegen, dass „Quick Help“ beim Loslassen der Taste beendet wird (das ist die Standardeinstellung) oder solange auf dem Bildschirm angezeigt wird, bis eine andere Taste gedrückt bzw. an einem Knopf gedreht wird. Zur Auswahl dieser Betriebsart drücken Sie zuerst die Taste **Utility** und dann den Softkey **Language**. Drücken Sie abschließend den Softkey **Help Remain**/**Help Close**.

Wenn Sie „Quick Help“ über den Webbrowser aufrufen, bleibt die Hilfe solange sichtbar, bis Sie erneut auf den Bildschirm klicken, unabhängig davon, ob die Softkeys **Help Remain** bzw. **Help Close** gedrückt wurden.

Sprachen für „Quick Help“

Die im Oszilloskop angezeigte „Quick Help“-Sprache auswählen

1 Drücken Sie zuerst **Utility** und dann den Softkey **Language**.
2 Drücken Sie solange den Softkey **Language**, bis die gewünschte Sprache erscheint.

Updates für „Quick Help“

Von Zeit zu Zeit werden für Oszilloskope der Familie der 5000 „Quick Help“-Updates angeboten. Diese stehen dann online unter www.agilent.com/find/dso5000 zum Download zur Verfügung.

1 Rufen Sie in Ihrem Webbrowser die Seite www.agilent.com/find/dso5000sw. auf.
2 Wählen Sie **Quick Help Language Support** und folgen Sie den Anweisungen.



2 Bedienungselemente auf der Frontplatte

Bedienungselemente auf der Frontplatte

Dieses Kapitel bietet eine Einführung in die Bedienungselemente auf der Frontplatte. In der Regel werden vor den Messungen diese Steuerelemente zuerst eingestellt.

Mit den Tasten auf der Frontplatte können Softkey-Menüs auf dem Display angezeigt werden, die einen Zugriff auf die Oszilloskop-Funktionen bieten. Bei vielen Softkeys können die Werte über den Eingabedrehknopf ausgewählt werden.

Unterhalb des Displays stehen sechs Softkeys zur Verfügung. Weitere Informationen über die in den Softkey-Menüs und in diesem Handbuch verwendeten Symbole finden Sie unter „Konventionen“ auf Seite 47.

HINWEIS

Wenn Sie die Taste **AutoScale** verwenden, können Sie Ihr Oszilloskop ganz problemlos konfigurieren und mit den erforderlichen Signalen verbinden.

Konventionen

In diesem Handbuch werden die Frontplattentasten und Softkeys in einer anderen Schriftart angezeigt. Beispielsweise befindet sich die Taste **Cursors** im Bereich „Measure“ der Frontplatte. Der Softkey **Acq Mode** wird während der Anzeige des Menüs „Acquire“ ganz links angezeigt.

Die Anweisungen zum Drücken von mehreren Tasten werden in abgekürzter Form geschrieben. Das Drücken der Taste **Utility**, dann des Softkeys **I/O** und anschließend des Softkeys **Configure LAN** wird wie folgt abgekürzt:

Drücken Sie **Utility** → **I/O** → **Configure LAN**.

Grafische Symbole in Softkey-Menüs

In den Softkey-Menüs des Oszilloskops werden die nachfolgenden grafischen Symbole angezeigt. Die Softkey-Menüs befinden sich im unteren Bereich des Displays, genau oberhalb der sechs Softkeys.

Verwenden Sie zum Anpassen der Parameter den Eingabedrehknopf. Der Eingabedrehknopf befindet sich auf der Frontplatte. Bei aktivierter Steuerung ist das Symbol oberhalb des Drehknopfes beleuchtet.

▲ Drücken Sie den Softkey, um ein Popup-Fenster mit einer Auswahlliste anzuzeigen. Drücken Sie mehrmals auf den Softkey, bis Ihre Auswahl angezeigt wird.

Verwenden Sie zum Anpassen der Parameter den Eingabedrehknopf oder drücken Sie den Softkey.

✓ Die Option ist ausgewählt und betriebsbereit.

■ Die Funktion ist eingeschaltet. Drücken Sie zum Ausschalten der Funktion erneut auf den Softkey.

□ Die Funktion ist ausgeschaltet. Drücken Sie zum Einschalten der Funktion erneut auf den Softkey.

Drücken Sie zur Anzeige des Menüs den Softkey.

Drücken Sie den Softkey, um zum vorherigen Menü zurückzukehren.

Frontplatte des 4-Kanal-Oszilloskops der Familie 5000A

Die folgende Abbildung zeigt die Frontplatte der 4-Kanal-Oszilloskope der Familie 5000A. Die Bedienungselemente der 2-Kanal-Oszilloskope sind ähnlich. Auf Seite 54 finden Sie eine Abbildung, die die Unterschiede zum 2-Kanal-Oszilloskop zeigt.

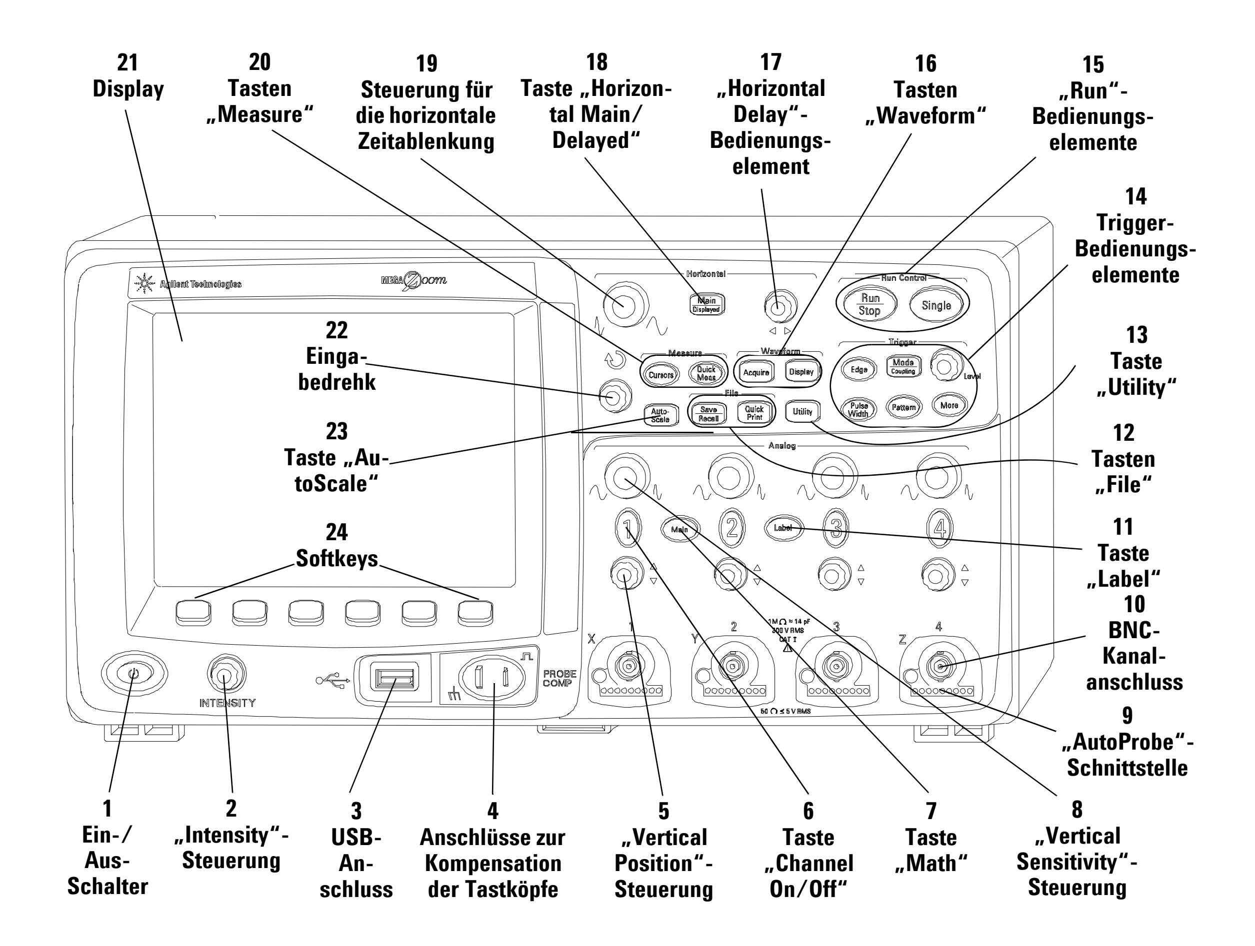


Abbildung 1 Frontplatte des 4-Kanal-Oszilloskops der Familie 5000A

Bedienungselemente auf der Frontplatte

1. Ein-/Aus-Schalter Drücken Sie zum Einschalten einmal und zum Ausschalten zweimal auf den Ein-/Aus-Schalter. Siehe hierzu Seite 21.

2. „Intensity"-Steuerung Drehen Sie im Uhrzeigersinn, um die Intensität der Signale zu erhöhen und gegen den Uhrzeigersinn, um die Intensität zu verringern. Die Intensität kann ähnlich wie bei einem analogen Oszilloskop geändert werden, um die Signaldetails hervorzuheben. Weitere Informationen über die Verwendung der Intensitätssteuerung zur Anzeige der Signaldetails finden Sie auf Seite 187.

3. USB-Host-Anschlüsse Schließen Sie zum Speichern oder Zurückladen von Oszilloskop-Konfigurationsdateien oder Messkurven ein USB-Massenspeichergerät an. Der USB-Anschluss kann auch zur Aktualisierung der Oszilloskop-Systemsoftware oder der „Quick Help"-Sprachdateien verwendet werden, sofern Updates verfügbar sind. Zum Entfernen des USB-Massenspeichergeräts vom Oszilloskop müssen keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden (es muss nicht „ausgeworfen" werden). Wenn Sie das USB-Massenspeichergerät nicht mehr brauchen, entfernen Sie es einfach und ziehen Sie den Stecker heraus. Weitere Informationen über die Verwendung des USB-Anschlusses finden Sie in Kapitel 6, „Speichern und Drucken von Daten", ab Seite 203.

VORSICHT

Schließen Sie USB-Geräte nur an den USB-Host-Anschluss an. Versuchen Sie keinesfalls, an diesen Anschluss einen Hostcomputer zur Steuerung des Oszilloskops anzuschließen. Verwenden Sie zum Anschließen eines Hosts den USB-Geräteanschluss (weitere Informationen finden Sie im *Programmer's Quick Start Guide*).

4. Anschlüsse zur Kompensation der Tastköpfe Verwenden Sie zur Abstimmung der Tastkopfeigenschaften auf die angeschlossenen Oszilloskop-Kanäle das Signal dieser Anschlüsse. Siehe hierzu Seite 38.

5. „Vertical Position"-Steuerung Verwenden Sie diesen Drehknopf zum Ändern der vertikalen Kanalposition auf dem Display. Für jeden Kanal gibt es eine „Vertical Position"-Steuerung. Siehe hierzu „Verwenden der Kanäle" auf Seite 64.

6. Taste„Channel On/Off" Verwenden Sie diese Taste zum Ein- und Ausschalten des Kanals oder für den Softkey-Zugriff auf das Kanalmenü. Für jeden Kanal ist eine Taste „Channel On/Off" vorhanden. Siehe hierzu „Verwenden der Kanäle" auf Seite 64.

7. Taste „Math" Mit der Taste „Math" rufen Sie die so genannten schnellen Fouriertransformationen (fortan FFT) zum Multiplizieren, Subtrahieren, Differenzieren und Integrieren auf. Siehe hierzu „Mathematische Funktionen" auf Seite 135.

8. Vertikale Empfindlichkeit Dieser Drehknopf dient zum Ändern der vertikalen Empfindlichkeit (Verstärkung) des Kanals. Siehe hierzu „Verwenden der Kanäle" auf Seite 64.

9. Schnittstelle „AutoProbe" Wird ein Tastkopf an das Oszilloskop angeschlossen, ermittelt „AutoProbe" den Tastkopftyp stellt die Parameter im Menü „Probe" entsprechend ein. Siehe hierzu Seite 62.

10. Kanaleingang an der BNC-Buchse Stecken Sie den Oszilloskop-Tastkopf oder das BNC-Kabel in die BNC-Buchse. Dies ist die Eingangsbuchse für den Kanal.

11. Taste „Label" Rufen Sie mit dieser Taste das Menü „Label" auf. Sie können hier Bezeichnungen für die angezeigten Messkurven eingeben. Siehe hierzu Seite 79.

12. Tasten „File" Drücken Sie für den Zugriff auf Dateifunktionen, wie beispielsweise Speichern oder Zurückladen von Messkurven oder Konfigurationen auf die Taste „File". Sie können auch auf die Taste „Quick Print" drücken, um das auf dem Display angezeigte Signal zu drucken. Siehe hierzu „Speichern und Zurückladen von Messkurven und Konfigurationen" auf Seite 213.

13. Taste „Utility“ Drücken Sie für den Zugriff auf das „Utility“-Menü auf diese Taste. Sie können dann die I/O-Einstellungen, den Drucker, den „File Explorer“, das „Service“-Menü sowie andere Optionen konfigurieren.

14. Trigger-Bedienungselemente Mithilfe dieser Bedienungselemente können Sie die Art der Triggerung bestimmen. Siehe hierzu „Triggerbetriebsart „Auto“ oder „Normal“ auswählen“ auf Seite 60 und Kapitel 3, „Triggerung des Oszilloskops“, ab Seite 93.

15. „Run“-Bedienungselemente Drücken Sie auf „Run/Stop“, um die Trigger-Suche des Oszilloskops zu starten. Die Taste „Run/Stop“ leuchtet grün. Lautet die Triggerbetriebsart „Normal“, wird das Display erst aktualisiert, wenn ein Trigger gefunden wurde. Lautet die Triggerbetriebsart „Auto“, sucht das Oszilloskop nach einem Trigger. Sofern kein Trigger gefunden wird, startet der Trigger-Mechanismus automatisch und das Display zeigt unverzüglich die Eingangssignale an. In diesem Fall blinkt im oberen Display-Bereich der Hintergrund der **„Auto“**-Anzeige. Dies bedeutet, dass das Oszilloskop die Trigger erzwingt.

Drücken Sie zum Beenden der Datenerfassung erneut auf „Run/Stop“. Die Taste leuchtet rot. Die erfassten Daten können nun mit der „Pan“- und „Zoom“-Funktion analysiert werden.

Drücken Sie für eine einzelne Datenerfassung auf „Single“. Bis das Oszilloskop getriggert wird, leuchtet diese Taste gelb. Siehe hierzu „Signalerfassung starten und beenden“ auf Seite 56.

16. Tasten „Waveform“ Mit der Taste „Acquire“ kann das Oszilloskop für eine Erfassung in den Betriebsarten „Normal“, „Peak Detect“, „Averaging“ oder „High Resolution“ eingestellt werden (siehe hierzu „Signalerfassungsbetriebsarten“ auf Seite 188). Außerdem kann die Funktion zur Echtzeitabtastung (Realtime) ein- oder ausgeschaltet werden (siehe hierzu Seite 193). Mit der Taste „Display“ rufen Sie das Menü zur Auswahl der unbegrenzten Speicherung (Infinite Persistence) (siehe Seite 184), zum Ein-/Ausschalten der Vektoren (siehe Seite 185) sowie zum Anpassen der Display-Gitterintensität (Raster) (siehe Seite 185).

17. „Horizontal Delay"-Bedienungselement Mit diesem Bedienungselement kann bei laufendem Oszilloskop das Fenster „Acquisition" in Bezug auf den Triggerpunkt eingestellt werden. Wird das Oszilloskop angehalten, können durch Drehen des Drehknopfes die Daten in der Horizontal-Betriebsart durchsucht werden. Dadurch kann das erfasste Signal vor (Drehen des Drehknopfes im Uhrzeigersinn) oder nach (Drehen des Drehknopfes entgegen des Uhrzeigersinns) dem Triggern angezeigt werden. Siehe hierzu „Horizontalen Prüfbereich einstellen" auf Seite 69.

18. Taste „Horizontal Main/Delayed" Mit dieser Taste rufen Sie das Menü auf, in welchem das Oszilloskop-Display in die Bereiche „Main" und „Delayed" aufgeteilt werden kann und in welchem die Betriebsarten „XY" und „Roll" ausgewählt werden können. Außerdem können in diesem Menü die Feineinstellung für das Horizontal-Steuerelement „Zeit/Divison" sowie der Triggerpunkt für die Zeitreferenz ausgewählt werden. Siehe hierzu „Horizontalen Prüfbereich einstellen" auf Seite 69.

19. Steuerung für die horizontale Zeitablenkung Drehen Sie diesen Drehknopf zur Einstellung der Zeitablenkung. Dadurch ändert sich auf dem Display das horizontale Zeit/Division-Verhältnis. Erfolgt diese Anpassung nach der Signalerfassung und nach dem Anhalten des Oszilloskops, wird das Signal horizontal gestreckt bzw. vertikal zusammengepresst. Siehe „Horizontalen Prüfbereich einstellen" auf Seite 69.

20. Tasten „Measure" Drücken Sie auf die Cursor-Tasten, um die Cursor zu Messzwecken verwenden zu können. Drücken Sie die Taste **Quick Meas**, um vordefinierte Messeinstellungen aufzurufen. Siehe Kapitel 4, „Durchführung von Messungen", ab Seite 129.

21. Display Auf dem Display werden die erfassten Messkurven angezeigt, wobei für jeden Kanal eine andere Farbe verwendet wird. Weitere Informationen über die Display-Betriebsarten finden Sie in Kapitel 5, „Anzeigen von Daten", ab Seite 179. Die Signaldaten werden in 256 verschiedenen Intensitätsstufen

angezeigt. Weitere Informationen über die Anzeige von Signaldaten finden Sie unter „Einstellen der Intensität zur Anzeige von Signaldetails“ auf Seite 187.

22. Eingabedrehknopf Mit dem Eingabedrehknopf können Menüelemente ausgewählt und Werte geändert werden. Die Funktionen sind vom jeweils angezeigten Menü abhängig. Sobald Werte ausgewählt werden können, leuchtet das Symbol des gebogenen Pfeils ↺ oberhalb des Eingabedrehknopfes auf. Wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf zwischen den auf den Softkeys angezeigten Optionen aus.

23. Taste „AutoScale“ Wenn Sie die Taste „AutoScale“ drücken, bestimmt das Oszilloskop die aktiven Kanäle. Diese werden dann zur Anzeige der Eingabesignale eingeschaltet und skaliert. Siehe hierzu „Die Funktion „AutoScale““ auf Seite 200

24. Softkeys Die Funktionen dieser Tasten ändern sich entsprechend der Menüs, die auf dem Display direkt oberhalb der Tasten angezeigt werden.

Frontplatte des 2-Kanal-Oszilloskops der Familie 5000A (nur Unterschiede)

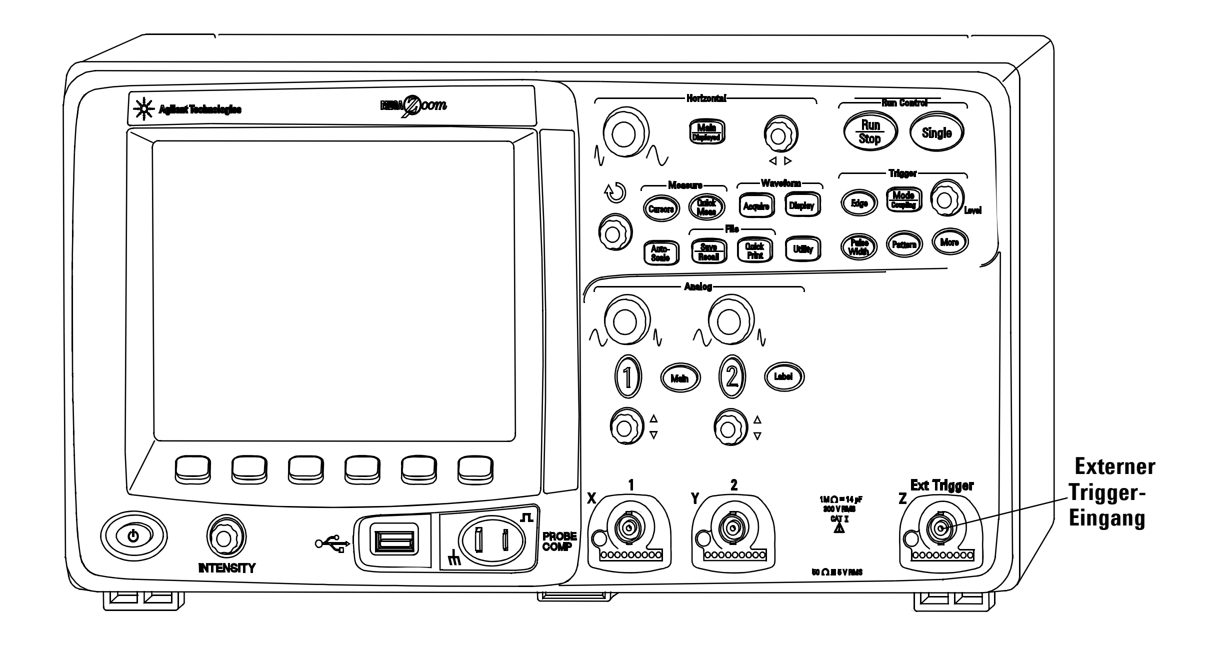


Abbildung 2 Frontplatte des 2-Kanal-Oszilloskops der Familie 5000A

Die Frontplatten der 4-Kanal- und der 2-Kanal-Oszilloskope unterscheiden sich wie folgt:

- Oszilloskope mit zwei Kanälen verfügen über zwei Elemente zur Kanalsteuerung
- Der externe Triggereingang der 2-Kanal-Oszilloskope befindet sich nicht auf der Rückseite sondern auf der Frontplatte. Manche Triggerfunktionen sind unterschiedlich. Siehe „Der externe Triggereingang“ auf Seite 101.

Interpretieren des Displays

Das Oszilloskop-Display enthält Messkurven, Konfigurationsdaten, Messergebnisse und Softkeys zum Festlegen von Parametern.

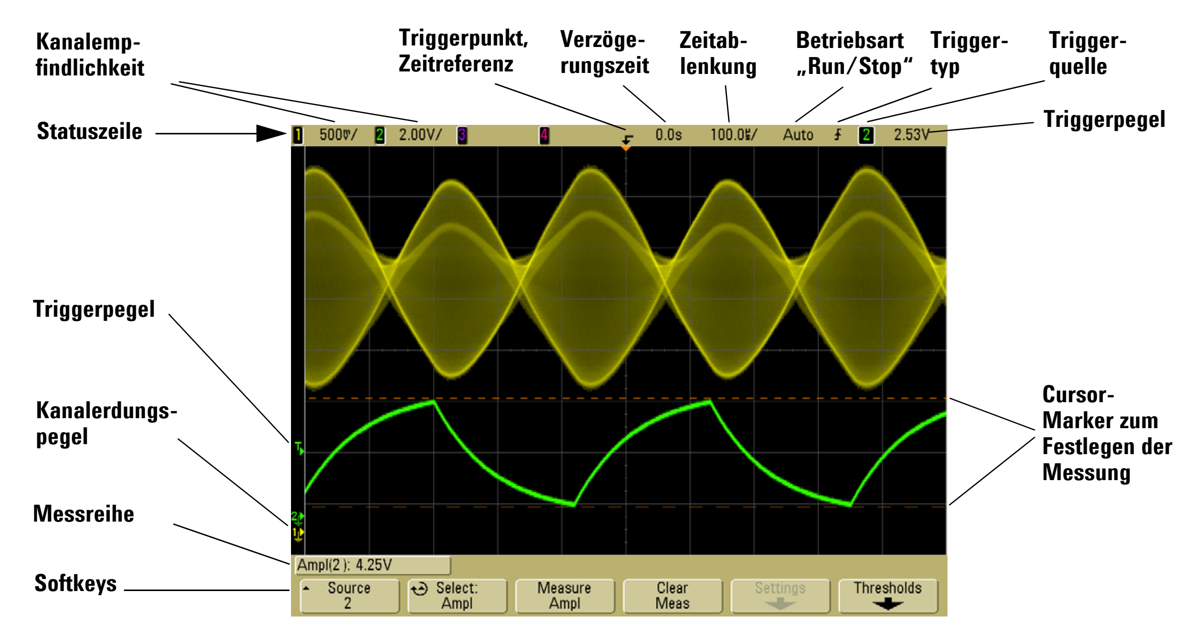


Abbildung 3 Interpretieren des Displays

Statuszeile Die oberste Zeile des Displays enthält vertikale und horizontale Daten sowie Informationen über die Triggerkonfiguration.

Display-Bereich Der Display-Bereich enthält Messkurven, Kanalbezeichnungen sowie die Triggerebene und die Erdungsreferenzanzeige. Alle Kanaldaten werden in unterschiedlichen Farben angezeigt.

Messreihe Diese Zeile enthält in der Regel die automatischen Mess- und Cursorergebnisse. Es können jedoch auch zusätzliche Triggerkonfigurationsdaten und Menüinformationen angezeigt werden.

Softkeys Mit den Softkeys können zusätzliche Parameter für die ausgewählte Betriebsart oder das Menü konfiguriert werden.

Bedienung der Frontplatte

Dieser Abschnitt bietet eine Einführung in die Bedienung der Frontplatte. Detaillierte Anweisungen für den Betrieb des Oszilloskops finden Sie in den nachfolgenden Kapiteln.

Signalintensität anpassen

Die Intensitätssteuerung befindet sich auf der Frontplatte links unten, neben dem Ein-/Aus-Schalter.

- Drehen Sie die **„Intensity“**-Steuerung im Uhrzeigersinn, um die Intensität der angezeigten Signale zu verstärken. Wenn Sie die Intensität verringern möchten, drehen Sie die Steuerung gegen den Uhrzeigersinn. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter „Einstellen der Intensität zur Anzeige von Signaldetails“ auf Seite 187.

Display-Gitterintensität einstellen

1. Drücken Sie die Taste **„Display“**.
2. Drehen Sie zum Ändern der Intensität des angezeigten Rasters den Eingabedrehknopf. Die Intensitätsstufe wird im Softkey **Grid** angezeigt und kann zwischen 0 bis 100% eingestellt werden.

   Alle wesentlichen vertikalen Divisionen im Raster entsprechen der vertikalen Empfindlichkeit, die in der Statuszeile im oberen Bereich des Displays angezeigt wird.

   Alle wesentlichen horizontalen Divisionen im Gitter entsprechen der Zeitablenkung, die in der Statuszeile im oberen Bereich des Displays angezeigt wird.

Signalerfassung starten und beenden

- Wenn Sie die Taste **Run/Stop** drücken, leuchtet die Anzeige grün und das Oszilloskop befindet sich in der kontinuierlichen Betriebsart.

Das Oszilloskop prüft die Eingangsspannung jedes Tastkopfes und aktualisiert das Display, sofern die Triggerbedingungen übereinstimmen. Basierend auf den Einstellungen des Oszilloskops werden Triggerverarbeitung und Bildschirmaktualisierungsrate optimiert. Mehrere Signalerfassungen werden ähnlich wie auf einem analogen Oszilloskop dargestellt.

- Wird die Taste **Run/Stop** erneut gedrückt, leuchtet sie rot und das Oszilloskop wird angehalten.

  In der Triggerbetriebsart wird in der Statuszeile im oberen Bereich des Displays „Stop“ angezeigt. Das gespeicherte Signal kann mit der „Pan“- und „Zoom“-Funktion analysiert werden. Drehen Sie hierzu die horizontalen und vertikalen Steuerungsknöpfe.

- Wird das Oszilloskop über die Webschnittstelle gesteuert (siehe „Remote Front Panel“ auf Seite 28), wählen Sie im Menü „Main“ die Option **Run Control** oder drücken Sie Strg+R für „Run/Stop“ bzw. Strg+S für „Single“.

Wird während der Ausführung des Oszilloskops die Taste **Run/Stop** gedrückt, blinkt diese Taste so lange, bis die aktuelle Erfassung abgeschlossen ist. Wenn die Erfassung sofort beendet wird, blinkt die Taste **Run/Stop** nicht.

Bei einer langsameren Zeitablenkung müssen Sie nicht warten, bis die Erfassung abgeschlossen ist. Drücken Sie einfach erneut die Taste **Run/Stop**. Die Erfassung wird sofort angehalten und ein Teilsignal wird angezeigt.

Die Ergebnisse von mehreren Signalerfassungen können mithilfe von „Infinite Persistence“ angezeigt werden. Siehe „Betriebsart „Infinite Persistence““ auf Seite 184.

Speichertiefe/Aufzeichnungslänge

„Run/Stop" im Vergleich zu „Single"

Bei laufendem Oszilloskop-Betrieb wird die Triggerverarbeitung und die Aktualisierungsrate mithilfe der Speichertiefe optimiert.

„Single"

Bei der einzelnen Signalerfassung wird immer der maximal verfügbare Speicher genutzt - mindestens doppelt so viel Speicher, wie in der Betriebsart „Run" - und das Oszilloskop speichert mindestens doppelt so viele Abtastwerte. Bei langsamer Zeitablenkung werden in dieser Betriebsart die Daten dank einer höheren Abtastgeschwindigkeit und einem größeren Speicher schneller erfasst. Drücken Sie die Taste **Single**, um Daten mit der längstmöglichen Aufzeichnungslänge zu erfassen.

Betriebsart „Run"

Im Gegensatz zur Einzelerfassung wird in der Betriebsart „Run" der Speicher geteilt. Das Erfassungssystem kann dann bereits während der Verarbeitung des vorherigen Signals einen neuen Datensatz erfassen, wodurch sich die Anzahl der vom Oszilloskop pro Sekunde verarbeiteten Signale bedeutend erhöht. Während der Betriebsart „Run" erzielen Sie optimale Bilder von dem Eingangssignal, wenn Sie die Aufzeichnungsrate erhöhen.

Einzelerfassung

Durch Drücken der Taste **Single** leuchtet diese gelb. Das Oszilloskop startet dann das Erfassungssystem und sucht die Triggerbedingung. Bei erfüllter Triggerbedingung wird das aufgezeichnete Signal angezeigt, die Taste **Single** erlischt und die Taste **Run/Stop** leuchtet rot.

- Verwenden Sie die Taste **Single** zur Anzeige von einmaligen Ereignissen, ohne dass die angezeigten Werte durch die nachfolgenden Signaldaten überschrieben werden.

Arbeiten Sie mit „Single“, wenn Sie für die „Pan“- und „Zoom“-Analyse die maximale Abtastgeschwindigkeit und Speichertiefe nutzen möchten. Siehe „„Pan“- und „Zoom“-Funktion“ auf Seite 60.

1 Stellen Sie die Triggerbetriebsart auf „Normal“ ein (Anweisungen finden Sie unter „Triggerbetriebsarten: Normal und Auto“ auf Seite 96).

   Diese Funktion verhindert das automatische Triggern des Oszilloskops.

2 Drehen Sie zum Triggern den Drehknopf „Trigger Level“ auf einen Triggerschwellenwert, der das Signal erfasst.

3 Drücken Sie zum Starten einer Einzelerfassung auf die Taste **Single**.

   Durch Drücken der Taste **Single** wird das Display gelöscht. Das Triggersystem ist nun betriebsbereit, die Taste **Single** leuchtet gelb und das Oszilloskop wartet auf eine Triggerbedingung, bevor ein Signal angezeigt wird.

   Durch die Triggerung wird das Oszilloskop gestoppt und die Einzelerfassung angezeigt (die Taste **Run/Stop** leuchtet rot).

4 Zum Erfassen eines anderen Signals drücken Sie erneut auf **Single**.

Triggerbetriebsart „Auto“ und „Single“

Falls in der vorgegebenen Zeit (ungefähr 40 ms) und nach Drücken der Taste **Single** kein Trigger gefunden wird, erfolgt die automatische Bereitstellung eines Triggers durch die Triggerbetriebsart „Auto“. Bei einer Einzelerfassung die keine Triggerung erfordert (beispielsweise beim Testen eines DC-Pegels) können Sie die Triggerbetriebsart „Auto“ (siehe hierzu Seite 96) wählen und die Taste **Single** drücken. Tritt nach ungefähr 40 ms eine Triggerbedingung auf, wird diese verwendet. Tritt kein Trigger auf, wird eine nicht getriggerte Erfassung verwendet.

„Pan“- und „Zoom“-Funktion

Auch nach Anhalten des Erfassungssystems können die Signale vergrößert oder verkleinert werden.

1 Drücken Sie zum Anhalten der Erfassung die Taste **Run/Stop** (oder drücken Sie die Taste **Single**, damit das Oszilloskop das Signal erfassen und dann anhalten kann). Wenn das Oszilloskop angehalten wird, leuchtet die Taste **Run/Stop** rot.

2 Mit dem Zeitbasis-Drehknopf „zoomen“ Sie vertikal und mit dem Volt/Division-Drehknopf horizontal.

   Das im oberen Bereich des Displays angezeigte Symbol ∇ zeigt den Zeitreferenzpunkt an, auf den sich die Vergrößerung/Verkleinerung bezieht.

3 Mit dem „Delay Time“-Drehknopf verkleinern (pan) Sie horizontal (◀▶) und mit dem vertikalen Position-Drehknopf (▲▼) des Kanals verkleinern sie vertikal.

Das angehaltene Display kann mehrere Triggersignale mit Daten enthalten. Es kann jedoch nur das zuletzt erfasste Signal für die „Pan“- und „Zoom“-Funktion genutzt werden.

Weitere Informationen über die „Pan“- und „Zoom“-Funktion finden Sie auf Seite 180.

Triggerbetriebsart „Auto“ oder „Normal“ auswählen

Falls in der vorgegebenen Zeit (je nach ausgewählter Zeitablenkung) und nach Drücken der Taste **Run** kein Trigger gefunden wird, erfolgt die automatische Bereitstellung eines Triggers durch die Triggerbetriebsart „Auto“. Wenn Sie einen DC-Pegel prüfen und diese Werte anzeigen möchten, wählen Sie die Triggerbetriebsart „Auto“ (siehe hierzu Seite 96). Tritt eine Triggerbedingung auf, wird diese verwendet. Tritt kein Trigger auf, wird eine nicht getriggerte Erfassung verwendet.

Wenn Sie in der Triggerbetriebsart „Normal“ auf **Run** drücken, muss zuerst ein Trigger gefunden werden, bevor das Oszilloskop eine Erfassung anzeigt.

Eine Triggeranzeige muss meistens nicht auf Signalpegel oder -aktivitäten hin überprüft werden. Für diese Anwendungen sollten Sie die Triggerbetriebsart „Auto“ (Standardeinstellung) ver-

wenden. Verwenden Sie die Triggerbetriebsart „Normal“ wenn Sie bestimmte Ereignisse erfassen möchten, die in den Triggereinstellungen festgelegt werden können.

Drücken Sie zur Auswahl der Triggerbetriebsart die Taste **Mode/Coupling** und dann den Softkey **Mode**.

Ausführliche Informationen über die Triggerbetriebsarten „Auto“ und „Normal“ finden Sie unter „Triggerbetriebsarten: Normal und Auto“ auf Seite 96.

Verwenden von „AutoScale“

Zum schnellen Konfigurieren des Oszilloskops drücken Sie die Taste **AutoScale**. Es werden alle angeschlossenen und aktiven Signale angezeigt.

Wenn Sie die „AutoScale“-Konfiguration aufheben möchten, drücken Sie zunächst auf den Softkey **Undo AutoScale**. Anschließend können Sie dann andere Tasten und Softkeys betätigen. Dies kann hilfreich sein, wenn Sie die Taste **AutoScale** irrtümlich gedrückt haben oder wenn Ihnen die automatisch gewählte Einstellung nicht optimal erscheint.

Soll das Oszilloskop in der gewählten Erfassungsbetriebsart bleiben, drücken Sie den Softkey **AutoScale Acq Mode** und wählen Sie **Preserve Acquisition Mode**. Andernfalls wird beim Drücken der Taste **AutoScale** standardmäßig die Erfassungsbetriebsart **Normal** angezeigt.

Siehe auch „Die Funktion „AutoScale““ auf Seite 200.

Beispielübung

Beispiel

Schließen Sie die Oszilloskop-Tastköpfe für Kanal 1 und 2 an den Eingang „Probe Comp“ an der Frontplatte des Geräts an. Achten Sie darauf, dass die Tastkopferdung zur Erdungsöse neben der „Probe Comp“-Buchse Ausgang führt. Stellen Sie das Gerät auf die werksseitig eingestellte Standardkonfiguration ein. Drücken Sie hierzu die Taste **Save/Recall** und anschließend

den Softkey **Default Setup**. Drücken Sie dann die Taste **AutoScale**. Das Display sollte nun wie in nachfolgenden Abbildung aussehen.

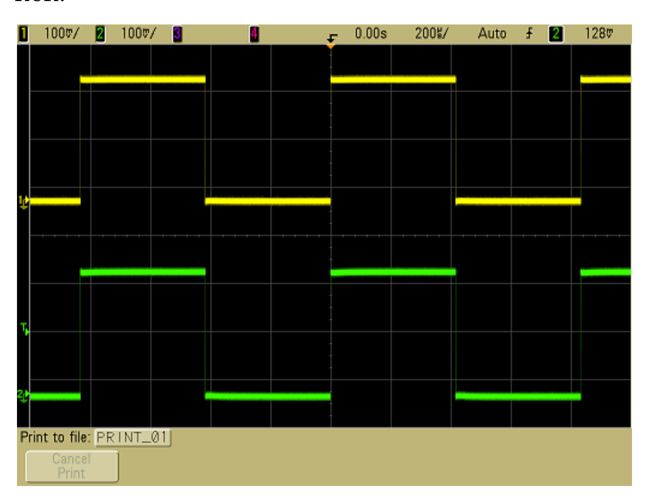


Abbildung 4 „AutoScale“ der Oszilloskop-Kanäle 1 und 2

Wenn die Signale nicht absolut rechteckig sind, nehmen Sie eine Tastkopfkompensation vor, so wie es auf Seite 38 beschrieben wird.

Tastkopfdämpfungsfaktor

Passive Tastköpfe

Oszilloskope der Familie 5000A erkennen passive Tastköpfe wie beispielsweise N2863A, 10073C und 10074C. Der Anschluss dieser Tastköpfe ist mit einem Stecker ausgestattet, der zu dem Ring an der BNC-Buchse passt. Bei erkannten passiven Agilent-Tastköpfen wird daher der Dämpfungsfaktor automatisch eingestellt.

Bei passiven Tastköpfen, die nicht über einen solchen Stecker verfügen, muss der Tastkopfdämpfungsfaktor manuell eingestellt werden, da diese nicht automatisch erkannt werden.

Manuelles Einstellen des Tastkopfdämpfungsfaktors

Bei Anschluss eines Tastkopfs, den das Oszilloskop nicht automatisch erkennen kann, ist der Dämpfungsfaktor wie folgt einzustellen:

1 Drücken Sie die Taste „Channel“.

2 Drücken Sie den Softkey **Probe**

3 Drehen Sie den Eingabedrehknopf , um den Dämpfungsfaktor für den angeschlossenen Tastkopf einzustellen.

Der Dämpfungsfaktor kann von 0,1:1 bis 1000:1 in Stufen von 1, 2 und 5 eingestellt werden. Der Tastkopfdämpfungsfaktor muss für Messungen korrekt eingestellt sein.

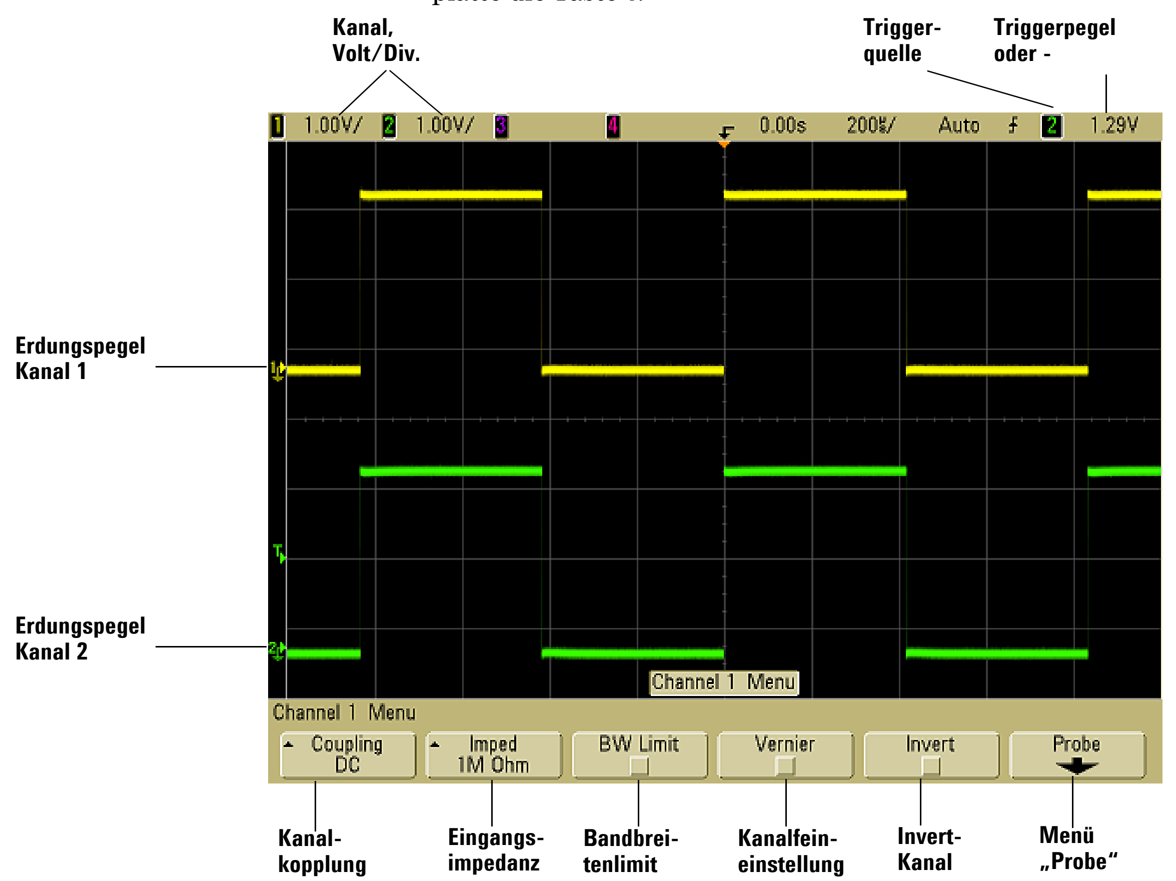
Aktive Tastköpfe

Alle Oszilloskope der Familie 5000A besitzen eine „AutoProbe“-Schnittstelle und die meisten aktiven Tastköpfe von Agilent sind mit dieser Schnittstelle kompatibel. Die Schnittstelle verfügt genau unterhalb der BNC-Buchse über eine Reihe von Kontakten für den Datenaustausch zwischen dem Oszilloskop und dem Tastkopf. Wird ein kompatibler Tastkopf an das Oszilloskop angeschlossen, legt die „AutoProbe“-Schnittstelle den Tastkopftyp fest und die Oszilloskop-Parameter (Einheiten, Offset, Dämpfung, Kopplung und Impedanz) werden entsprechend eingestellt.

Verwenden der Kanäle

Schließen Sie die Oszilloskop-Tastköpfe für Kanal 1 und 2 an den Eingang „Probe Comp“ an der Frontplatte des Geräts an.

1 Drücken Sie zur Anzeige des Menüs zu Kanal 1 auf der Frontplatte die Taste **1**.



Durch Drücken einer Kanaltaste können Sie das Kanalmenü anzeigen und das Kanaldisplay ein- oder ausschalten. Bei leuchtender Taste wird der Kanal angezeigt.

Abschalten der Kanäle

Bevor das Kanalmenü ausgeschaltet werden kann, muss es zunächst angezeigt werden. Wenn beispielsweise Kanal 1 und 2 eingeschaltet sind und das Menü für Kanal 2 angezeigt wird, drücken Sie zum Ausschalten von Kanal 1 die Taste **1**, um das Menü von Kanal 1 anzuzeigen. Drücken Sie dann erneut auf die Taste **1**, um Kanal 1 auszuschalten.

Vertikale Empfindlichkeit Drehen Sie zum Einstellen der Kanalempfindlichkeit (Volt/Division) den großen Drehknopf oberhalb der Taste „Channel". Mit dem Drehknopf „Vertical Sensitivity" können Sie die Kanalempfindlichkeit in Stufen von 1-2-5 ändern (mit angeschlossenem 1:1 Tastkopf) In der Statuszeile wird der Wert für den Volt/Div-Kanal angezeigt.

Feineinstellung Drücken Sie zur Feineinstellung des ausgewählten Kanals den Softkey **Vernier**. Ist diese Option ausgewählt, kann die vertikale Kanalempfindlichkeit in kleineren Stufen eingestellt werden. Bei aktivierter Feineinstellung bleibt die Kanalempfindlichkeit vollständig kalibriert. Der Empfindlichkeitswert wird in der Statuszeile im oberen Display-Bereich angezeigt.

Ist die Feineinstellung ausgeschaltet, kann durch Betätigen der Drehknöpfe Volt-/Division die Kanalempfindlichkeit in Stufen von 1-2-5 geändert werden.

Vertikale Vergrößerung Bei der Betätigung des Drehknopfes „Volt/Division" wird das Signal standardmäßig zur Null-Linie des Kanals vertikal vergrößert. Wenn Sie jedoch eine Vergrößerung in der Bildschirmmitte einstellen möchten, drücken Sie **Expand** im Menü **Utility→Options→Preferences** und wählen Sie **Center**. Siehe auch Seite 86.

Erdungspegel Der Erdungspegel für das Signal der jeweils angezeigten Kanäle wird durch die Position des ⏚➜ links angezeigten Symbols angegeben.

Vertikale Position Drehen Sie zum Verschieben des Kanalsignals nach oben oder unten den kleinen Drehknopf „Vertical Position" (⬍). Der unmittelbar rechts oben im Display ange-

zeigte Spannungswert zeigt den Spannungsunterschied zwischen der vertikalen Mitte der Null-Linie an ( ). Wenn die Vergrößerung auf „Expand About Ground“ eingestellt ist, wird die Spannung von der vertikalen Mitte des Displays angezeigt.

Hinweise zur Messung

Ist der Kanal DC gekoppelt, kann die DC-Komponente des Signals schnell gemessen werden, da die Entfernung zum Null-Liniensymbol berechnet wird.
Ist der Kanal AC gekoppelt, wird die DC-Komponente des Signals entfernt. Dadurch kann für die Anzeige der AC-Komponente des Signals eine höhere Empfindlichkeit gewählt werden

2 Drücken Sie für den Kanal die Taste „On/Off“ und drücken Sie dann den Softkey **Coupling**, um die Eingangskanalkopplung auszuwählen.

Die „Coupling“-Funktion wechselt die Eingangskopplung des Kanals zu **AC** (Wechselspannung) oder zu **DC** (Gleichspannung). Eine AC-Kopplung fügt dem Eingangssignal einen 3,5 Hz Hochpassfilter hinzu, wodurch sämtliche DC-Offsetspannung vom Signal entfernt wird. Ist **AC** ausgewählt, leuchtet auf der Frontplatte neben dem Kanalpositionsdrehknopf „AC“ auf ( ).

- Eine Verwendung der DC-Kopplung ist hilfreich für die Anzeige von Signalen von bis zu 0 Hz, die nur geringen DC-Offset aufweisen.
- Die AC-Kopplung ist hilfreich für die Anzeige von Signalen mit großem DC-Offset. Wird die AC-Kopplung ausgewählt, kann die Betriebsart 50Ω nicht verwendet werden. Dadurch werden Beschädigungen am Oszilloskop verhindert.

Beachten Sie, dass die Kanalkopplung von der Triggerkopplung unabhängig ist. Weitere Informationen zum Ändern der Triggerkopplung finden Sie auf Seite 98.

3 Drücken Sie den Softkey **Imped** (Impedanz).

HINWEIS Wird ein Tastkopf von Typ „AutoProbe“, ein InfiniiMax-kompatibler-Tastkopf oder ein anderer automatischer Tastkopf angeschlossen, stellt das Oszilloskop die richtige Impedanz ein.

Die Eingangsimpedanz für den Kanal kann entweder auf **1M Ohm** oder **50 Ohm** eingestellt werden. Drücken Sie dazu den Softkey **Imped**.

- **Die 50 Ohm**-Betriebsart entspricht den 50-Ohm-Kabeln, die in der Regel für Hochfrequenzmessungen verwendet werden. Durch die Impedanzübereinstimmung erhalten Sie äußerst genaue Messergebnisse, da am Signalweg die Reflektionen auf ein Minimum reduziert werden. Ist **50 Ohm** ausgewählt, leuchtet auf der Frontplatte neben dem Kanalpositionsdrehknopf „50Ω“ auf. Das Oszilloskop wechselt automatisch in die Betriebsart **1 M Ohm** und verhindert potenzielle Beschädigungen, die durch die Auswahl von AC-Kopplung entstehen könnten.
- Die Betriebsart 1**1M Ohm** wird mit vielen passiven Tastköpfen und für allgemeine Messzwecke genutzt. Die höhere Impedanz verringert bei dem getesteten System die Ladungswirkung des Oszilloskops.

4 Durch Drücken des Softkeys **BW Limit** wird das Bandbreitenlimit eingeschaltet.

   Drücken Sie den Softkey **BW Limit**, um das Bandbreitenlimit für den ausgewählten Kanal ein- oder auszuschalten. Ist das Bandbreitenlimit eingeschaltet, beträgt die maximale Bandbreite des Kanals ungefähr 25 MHz. Bei Signalen mit geringeren Frequenzen führt das Einschalten des Bandbreitenlimits dazu, dass nicht gewünschte Frequenzgeräusche des Signals entfernt werden. Außerdem begrenzt das Bandbreitenlimit den Trigger-Signalweg aller Kanäle, für die **BW Limit** eingeschaltet wurde.

   Ist **BW Limit** ausgewählt, leuchtet auf der Frontplatte neben dem Kanalpositionsdrehknopf „BW“ auf (◆).

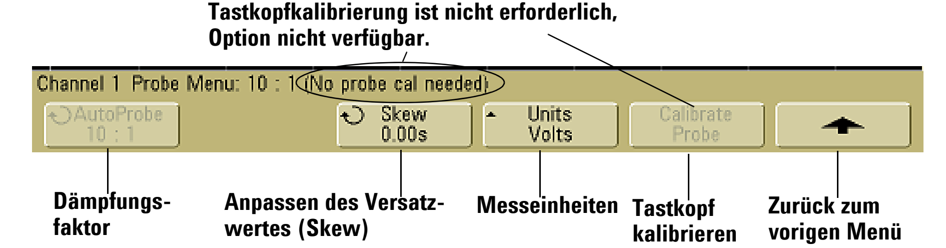
5 Der ausgewählte Kanal kann durch Drücken des Softkeys **Invert** umgekehrt werden.

Wurde die Funktion „Invert“ ausgewählt, werden die Spannungswerte des angezeigten Signals umgekehrt. Die Umkehrung wirkt sich auf die Kanalanzeige, jedoch nicht auf das Triggern aus. Wenn das Oszilloskop so eingestellt ist, dass es bei einer steigenden Flanke ausgelöst wird, wird diese Einstellung (für dieselbe Flanke und denselben Punkt eines Signals) auch nach der Umkehrung des Kanals erhalten.

Durch das Umkehren eines Kanals wird auch das Ergebnis von Berechungen geändert, die entweder im Menü „Math“ oder mit einer anderen Messung ermittelt wurden.

6 Zur Anzeige des Menüs „Channel Probe“ drücken Sie den Softkey **Probe**.

In diesem Menü können Sie zusätzliche Tastkopfparameter, beispielsweise Dämpfungsfaktor und Messeinheiten für den angeschlossenen Tastkopf auswählen.



- **Tastkopf dämpfung** - Siehe hierzu „Tastkopfdämpfungsfaktor“ auf Seite 62.
- **Skew** - Bei der Messung von Zeitintervallen im ns-Bereich können sich geringe Unterschiede in der Kabellänge auf die Messung auswirken. Mit der Funktion **Skew** können Kabelverzögerungsfehler zwischen zwei Kanälen behoben werden.

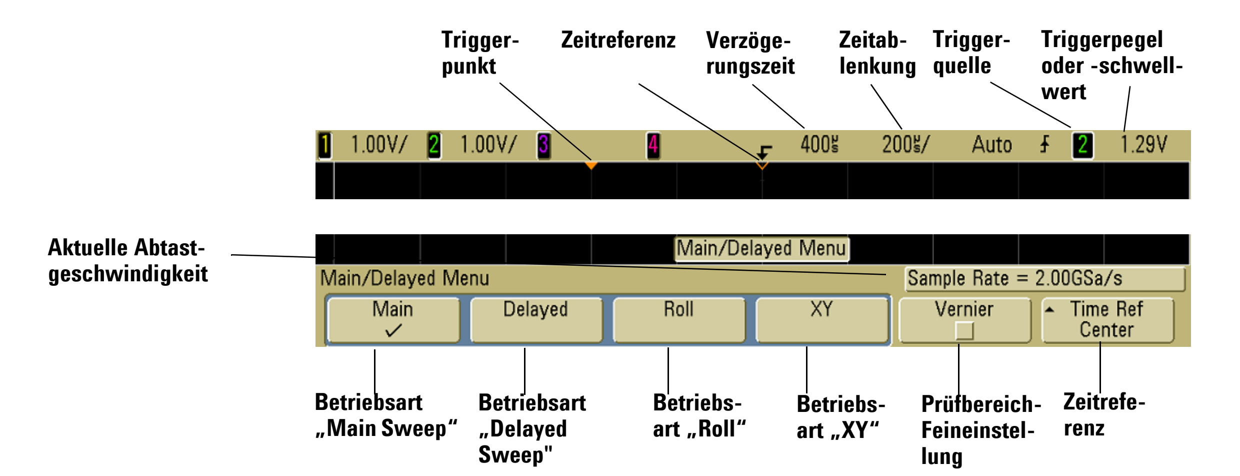
  Tasten Sie denselben Punkt mit beiden Tastköpfen ab, drücken Sie dann auf **Skew** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die Versatzgröße zwischen den Kanälen einzugeben. Für jeden Kanal kann eine Einstellung von ±100 ns in 10 ps-Stufen vorgenommen werden. Dies ergibt einen maximalen Einstellungsunterschied von 200 ns.

Durch Drücken von **Save/Recall→Default Setup** wird die „Skew“-Einstellung auf Null zurückgesetzt.

- **Probe Units** - Mit dem Softkey **Units** kann die richtige Messeinheit für den angeschlossenen Tastkopf ausgewählt werden. Wählen Sie für einen Spannungstastkopf **Volts** und für eine Strommesszange **Amps**. Die ausgewählten Messeinheiten werden in der Kanalempfindlichkeit, dem Triggerpegel, den Messergebnissen und den mathematischen Funktionen reflektiert.
- **Calibrate Probe** - Siehe hierzu „Tastköpfe kalibrieren“ auf Seite 39.

Horizontalen Prüfbereich einstellen

1 Drücken Sie auf der Frontplatte im Bereich „Horizontal“ auf die Taste **Main/Delayed**.



Im Menü „Main/Delayed“ kann eine horizontale Betriebsart („Main“, „Delayed“, „Roll“, oder „XY“) ausgewählt sowie die Prüfbereich-Feineinstellung und die Zeitreferenz eingestellt werden.

Die aktuelle Abtastgeschwindigkeit wird oberhalb der Softkeys **Vernier** und **Time Ref** angezeigt.

Betriebsart „Main“

1 Drücken Sie zur Auswahl der Betriebsart „Main horizontal“ den Softkey **Main**.

   Die Betriebsart „Main horizontal“ ist die übliche Betriebsart zum Anzeigen von Daten. Wird das Gerät angehalten, können Sie mit den „Horizontal“-Drehknöpfen das Signal mit der „Pan“- und „Zoom“-Funktion analysieren.

2 Drehen Sie im Bereich „Horizontal“ den großen Drehknopf (Zeit/Division) und achten Sie auf Veränderungen in der Statuszeile.

   In der Betriebsart „Main“ können Sie mit dem großen „Horizontal“-Drehknopf die Zeitablenkung und mit dem kleinen Drehknopf (◂▸) die Verzögerungszeit ändern. Wird das Oszilloskop angehalten, können Sie mit diesen Drehknöpfen das Signal mit der „Pan“- und „Zoom“-Funktion analysieren. Der Wert der Zeitablenkung (Sekunden/Division) wird in der Statuszeile angezeigt.

3 Zum Einschalten der Prüfbereich-Feineinstellung drücken Sie den Softkey **Vernier**.

   Mit dem Softkey **Vernier** kann die Zeitablenkung in kleineren Stufen als über den Drehknopf „Time/Division“ geändert werden. Bei aktivierter Feineinstellung bleibt die Zeitablenkung vollständig kalibriert. Der Wert wird in der Statuszeile im oberen Display-Bereich angezeigt.

   Ist die Feineinstellung ausgeschaltet, kann durch Betätigen des horizontalen Zeitbasis-Drehknopfes die Zeitablenkung in Stufen von 1-2-5 geändert werden.

4 Beachten Sie die Einstellung des Softkeys **Time Ref** (Zeitreferenz).

   Die Zeitreferenz ist der Referenzpunkt für die angezeigte Verzögerungszeit. Die Zeitreferenz kann auf eine Haupt-Division von der linken oder rechten Flanke oder auf die Mitte des Displays eingestellt werden.

Ein kleines leeres Dreieck, das (∇) im oberen Bereich des Displays angezeigt wird, markiert die Position der Zeitreferenz. Wenn die Verzögerungszeit auf 0 eingestellt ist, überlappen sich die Triggerpunktanzeige (▼) und die Zeitreferenzanzeige.

Durch Drehen des horizontalen Zeitbasis-Drehknopfes wird das Signal über den Zeitreferenzpunkt vergrößert oder verkleinert(∇). Wird der Drehknopf für die horizontale Verzögerungszeit (◀▶) in die Betriebsart „Main“ gedreht, ändert die Anzeige für den Triggerpunkt (▼) ihre Position in Bezug zum Zeitreferenzpunkt nach links oder rechts (∇).

Die Zeitreferenzposition legt die Ausgangsposition eines Triggerereignisses im Erfassungsspeicher und auf dem Display mit einer Verzögerung von 0 fest. Die Verzögerungseinstellung legt die spezifische Position des Triggerereignisses mit Bezug auf die Zeitreferenzposition fest. Die Zeitreferenzeinstellung wirkt sich auf die verzögerte Zeitablenkung wie folgt aus:

- Ist die Betriebsart „Horizontal“ auf „Main“ eingestellt, positioniert der Verzögerungsknopf die Zeitablenkung in Bezug zum Trigger. Bei dieser Verzögerung handelt es sich um eine Fixzahl. Eine Änderung des Verzögerungswertes wirkt sich nicht auf die Zeitablenkung aus.
- Wird die Betriebsart „Horizontal“ auf „Delayed“ eingestellt, können Sie im Hauptzeitbasis-Display die Verzögerungszeit mit dem Verzögerungsdrehknopf nach Bedarf einstellen. Dieser Verzögerungswert ist unabhängig vom Abtastintervall und der Zeitablenkung. Eine Änderung dieses Verzögerungswertes wirkt sich nicht auf die Position im „Main“-Fenster aus.

5 Drehen Sie den Drehknopf „Delay“ (◀▶) und achten Sie darauf, dass sein Wert in der Statuszeile angezeigt wird.

Der Drehknopf „Delay“ verschiebt die Zeitablenkung für Hauptzeitbasis horizontal und hält bei dem Wert 0,00 s an, so als würde eine mechanischen Einrastung erfolgen. Wird die Verzögerungszeit geändert, findet eine horizontale Verschiebung statt. Außerdem wird angezeigt, wie weit der Triggerpunkt (ausgefülltes umgekehrtes Dreieck) vom Zeitreferenz-

punkt (leeres umgekehrtes Dreieck ∇) entfernt ist. Diese Referenzpunkte werden im oberen Bereich des Display-Gitters angezeigt Die vorherige Abbildung zeigt den Triggerpunkt bei einer eingestellten Verzögerungszeit von 400 µs. Die Zahl der Verzögerungszeit teilt mit, wie weit der Zeitreferenzpunkt vom Triggerpunkt entfernt ist. Wenn die Verzögerungszeit auf 0 eingestellt ist, überlappen sich Verzögerungszeitanzeige und Zeitreferenzanzeige.

Alle links neben dem Triggerpunkt angezeigten Ereignisse erfolgen vor dem Auslösen des Triggers. Bei diesen Ereignissen handelt es sich um so genannte Vortrigger-Informationen. Diese Funktion ist sehr hilfreich, da die Ereignisse angezeigt werden, die zu einem Triggerpunkt geführt haben. Bei den rechts neben dem Triggerpunkt angezeigten Daten handelt es sich um so genannte Nachtrigger-Informationen. Die quantitative Verfügbarkeit des Verzögerungsbereichs (Vortrigger- und Nachtrigger-Informationen) richtet sich nach ausgewählter Zeitablenkung und Speichertiefe.

Betriebsart „Delayed“

Die verzögerte Zeitbasis liefert eine gedehnte Signaldarstellung. Wenn Sie die Betriebsart „Delayed“ wählen, wird das Display in zwei Fenster unterteilt, und in der Mitte der Statuszeile (am oberen Bildschirmrand) erscheint das Symbol für die verzögerte Zeitbasis (⊟). Das obere Fenster ist der Hauptzeitbasis zugeordnet und das untere Fenster der verzögerten Zeitbasis.

Die verzögerte Zeitbasis (Delayed Sweep) ist ein vergrößerter Teil der Hauptzeitbasis (Main Sweep). Die Funktion „Delayed Sweep“ dient zur horizontalen Vergrößerung eines „Main Sweep“-Bereichs, um eine detaillierte (höhere Auflösung) Signalanalyse zu erhalten.

Die folgenden Schritte zeigen die Verwendung der Funktion „Delayed Sweep“. Dieses Verfahren gleicht dabei den Schritten, die mit einem analogen Oszilloskop durchgeführt werden.

1 Durch den Anschluss eines Signals erhalten Sie ein stabiles Display.

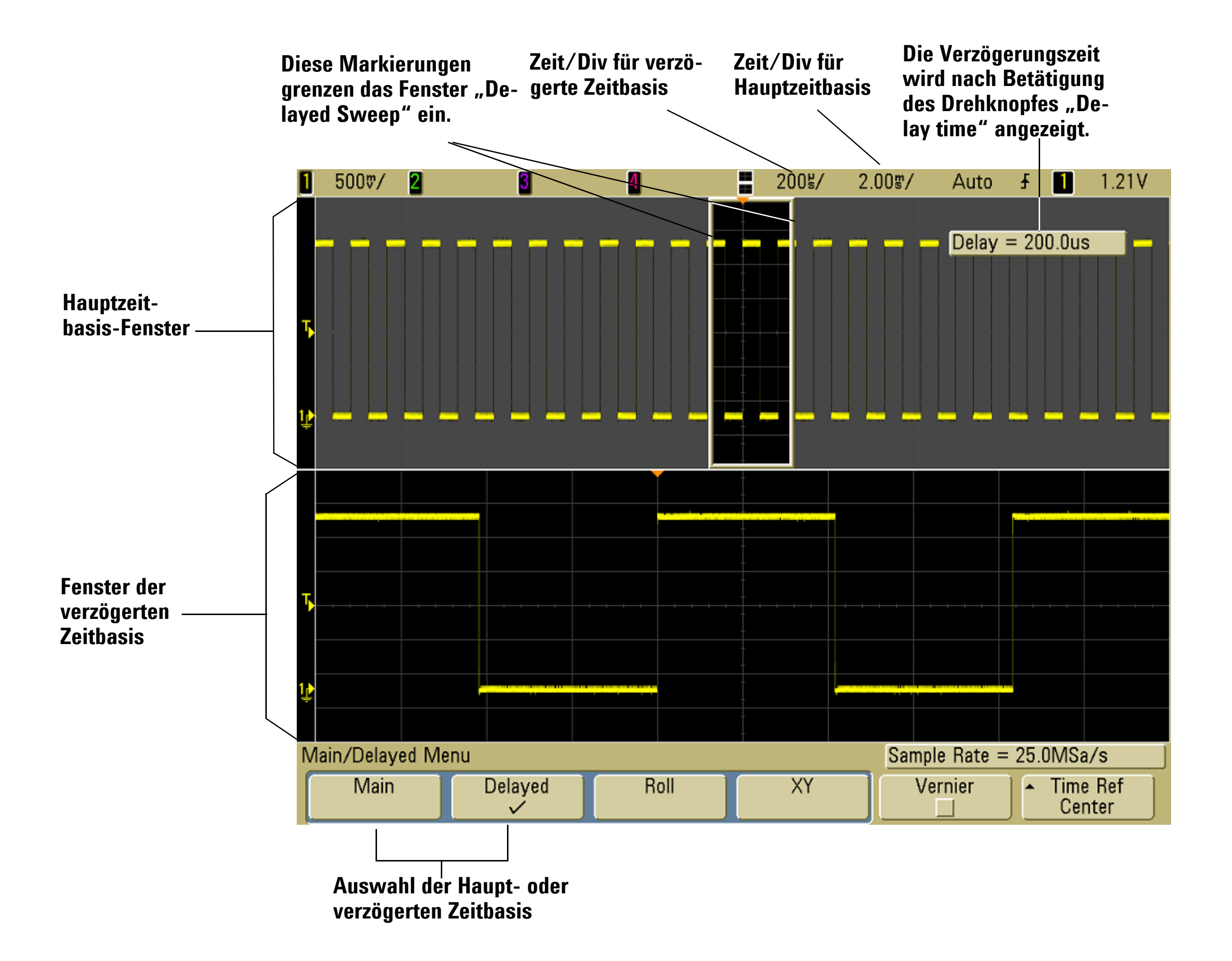
2 Drücken Sie auf **Main/Delayed**.

3 Drücken Sie den Softkey **Delayed**.

Drehen Sie den Zeitbasis-Drehknopf, um im Fenster „Delayed Sweep“ die Zeitablenkung zu ändern. Durch Betätigen des Drehknopfes wird die Zeitablenkung in der Statuszeile oberhalb des Signalanzeigebereichs markiert.

Der vergrößerte Bereich des „Main“-Displays wird deutlicher dargestellt und an beiden Enden mit einer vertikalen Markierung gekennzeichnet. Diese Markierungen zeigen an, welcher Teil der Hauptzeitbasis in der unteren Hälfte vergrößert wird. Über die horizontalen Drehknöpfe regeln Sie die Größe und Position der verzögerten Zeitbasis. Bei Betätigung des Drehknopfes „Delay Time“ (◀▶) wird der Verzögerungswert im oberen rechten Bereich des Displays angezeigt.

Wenn Sie die Zeitablenkung für das Fenster „Ìain Sweep“ ändern möchten, drücken Sie den Softkey **Main** und drehen Sie dann den Zeitbasis-Drehknopf.



Der vergrößerte Bereich des „Main“-Displays wird deutlicher dargestellt und an beiden Enden mit einer vertikalen Markierung gekennzeichnet. Diese Markierungen zeigen an, welcher Teil der Hauptzeitbasis in der unteren Hälfte vergrößert wird. Über die horizontalen Drehknöpfe regeln Sie die Größe und Position der verzögerten Zeitbasis. Bei Betätigung des Drehknopfes „Delay Time“ (◀▶) wird der Verzögerungswert im oberen rechten Bereich des Displays angezeigt.

Drehen Sie den Zeitbasis-Drehknopf, um im Fenster „Delayed Sweep“ die Zeitablenkung zu ändern. Durch Betätigen des Drehknopfes wird die Zeitablenkung in der Statuszeile oberhalb des Signalanzeigebereichs markiert.

Die Zeitreferenzposition legt die Ausgangsposition eines Triggerereignisses im Erfassungsspeicher und auf dem Display mit einer Verzögerung von 0 fest. Die Verzögerungseinstellung legt die spezifische Position des Triggerereignisses mit Bezug auf die Zeitreferenzposition fest. Die Zeitreferenzeinstellung wirkt sich auf die verzögerte Zeitablenkung wie folgt aus:

Ist die Betriebsart „Horizontal“ auf „Main“ eingestellt, positioniert der Verzögerungsknopf die Zeitablenkung in Bezug zum Trigger. Bei dieser Verzögerung handelt es sich um eine Fixzahl. Eine Änderung des Verzögerungswertes wirkt sich nicht auf die Zeitablenkung aus. Wird die Betriebsart „Horizontal“ auf „Delayed“ eingestellt, können Sie im Hauptzeitbasis-Display die Verzögerungszeit mit dem Verzögerungsdrehknopf nach Bedarf einstellen. Dieser Verzögerungswert ist unabhängig vom Abtastintervall und der Zeitablenkung.

Wenn Sie die Zeitablenkung für das Fenster „Ìain Sweep“ ändern möchten, drücken Sie den Softkey **Main** und drehen Sie dann den Zeitbasis-Drehknopf.

Weitere Informationen über die Verwendung der Betriebsart „Delayed“ finden Sie unter Kapitel 4, „Durchführung von Messungen“, ab Seite 129.

Betriebsart „Roll“

- Drücken Sie die Taste **Main/Delayed** und dann den Softkey-**Roll**.
- Das Signal wird in der Betriebsart „Roll“ langsam von rechts nach links über den Bildschirm bewegt. Diese Betriebsart funktioniert bei Prüfbereichseinstellungen von 500 ms/div oder langsamer. Wird mit der aktuellen Prüfbereichseinstellung das Limit von 500 ms/div überschritten, wird diese bei Eingabe der Betriebsart „Roll“ auf 500 ms/div eingestellt.

- Wird die Betriebsart „Normal“ horizontal aufgezeichnet, dann treten beimAuslösen der Triggerung Signalereignisse sowohl links als auch rechts nebendem Triggerpunkt (t) auf.
- In der Betriebsart „Roll“ ist kein Trigger vorhanden. Der festgelegte Referenzpunkt an der rechten Flanke des Bildschirms weist auf den aktuellen Zeitpunkt hin. Aufgetretene Ereignisse werden links neben den Referenzpunkt verschoben. Da keine Trigger vorhanden sind, sind auch keine Vortrigger-Informationen verfügbar.

Möchten Sie das Display in der Betriebsart „Roll“ anhalten, drücken Sie die Taste **Single**. Drücken Sie erneut die Taste**Single**, um das Display zu löschen und eine Erfassung in der Betriebsart „Roll“ erneut zu starten.

Mit der Betriebsart „Roll“ für Niederfrequenzsignale erhalten Sie ein Display in Form eines Diagrammschreibers. Dadurch können die Signale auf dem Display verschoben werden.

Betriebsart „XY“

In der Betriebsart „XY“ wird das Display von der Volt/Zeit-Anzeige auf die Volt/Volt-Anzeige umgestellt. Der Prüfbereich ist ausgeschaltet. Die Amplitude von Kanal 1 wird auf der X-Achse und die Amplitude von Kanal 2 auf der Y-Achse aufgezeichnet.

Die Betriebsart „XY“ eignet sich zum Vergleich der Frequenz- und Phasenbeziehung zweier Signale Außerdem kann diese Betriebsart mit Wandlern verwendet werden, um die Verhältnisse Spannung/Verschiebung, Strömung/Druck, Volt/Strom oder Spannung/Frequenz anzuzeigen.

Verwenden Sie für Messungen von Signalen in der Betriebsart „XY“ die Cursor.

Weitere Informationen über die Verwendung der Betriebsart „XY“ für Messungen finden Sie unter „Horizontal-Betriebsart XY verwenden“ auf Seite 130.

Eingang Z-Achse in der Betriebsart „XY“ (Dunkeltastung)

Bei Auswahl der Betriebsart „XY“ ist der Prüfbereich ausgeschaltet Kanal 1 ist der Eingang der X-Achse, Kanal 2 der Eingang der Y-Achse und Kanal 4 (bzw. der externe Trigger bei 2-Kanal-Modellen) ist der Eingang der Z-Achse. Wenn Sie nur Bereiche des Y/X-Displays anzeigen möchten, verwenden Sie den Eingang Z-Achse. Die Z-Achse schaltet die Messkurve ein und aus (bei Analog-Oszilloskopen wird diese Z-Achse Dunkelabtastung genannt, da sie den Strahl ein- und ausschaltet). Ist Z niedrig (<1.4 V), wird Y-X angezeigt; ist Z hoch (>1.4 V), wird die Messkurve ausgeschaltet.

Cursormessungen ausführen

Cursor können zu benutzerdefinierten Spannungs- oder Zeitmessungen der Oszilloskop-Signale verwendet werden.

1 Durch den Anschluss eines Signals erhalten Sie ein stabiles Display.

2 Drücken Sie die Taste **Cursors**. Anzeige der Cursorfunktionen im Softkey-Menü:

- **Mode** - Einstellen der Cursor zum Messen von Spannung und Zeit (Normal) oder Anzeige der binären oder hexadezimalen logischen Werte der angezeigten Signale.
- **Source** - Auswahl eines Kanals oder einer „Math“-Funktion für die Cursormessungen.
- **X Y** - Auswahl des X- oder Y-Cursors zur Anpassung mithilfe des Eingabedrehknopfes.
- **X1** und **X2** - Anpassen der horizontalen und normalen Messzeit.
- **Y1** und **Y2** - Anpassen der vertikalen und normalen Messspannung.
- **X1 X2** und **Y1 Y2** - Gemeinsames Verschieben der Cursor bei Betätigung des Eingabedrehknopfes.

HINWEIS

Sollen die Cursormessungen für eine aus dem Speicher abgerufene Messkurve ausgeführt werden, müssen sowohl Konfiguration als auch Messkurve zurückgeladen werden. Siehe hierzu „Messkurven und Konfigurationen zurückladen“ auf Seite 219.

Weitere Informationen über die Verwendung der Cursor finden Sie unter „Cursor-Messungen durchführen“ auf Seite 153.

Automatische Messungen ausführen

Automatische Messungen können für eine beliebige Kanalquelle oder eine ausgeführte „Math“-Funktion verwendet werden. Die Cursor werden eingeschaltet, um den Fokus auf die zuletzt ausgewählte Messung zu richten (ganz rechts in der Messzeile oberhalb der im Display angezeigten Softkeys).

1. Drücken Sie zur Anzeige des Menüs „Automatic Measurement“ die Taste **Quick Meas**.
2. Der Kanal oder die „Math“-Funktion kann über den Softkey **Source** ausgewählt werden.

   Messungen können nur für angezeigte Kanäle oder „Math“-Funktionen ausgeführt werden. Wird für die Messung ein ungültiger Quellkanal ausgewählt, wird standardmäßig der nächste aufgelistete Kanal gewählt, um eine gültige Quelle zu erhalten.

   Wenn ein Teil des für die Messung erforderlichen Signals nicht angezeigt wird oder die Auflösung für die Messung ungenügend ist, wird beispielsweise eine Meldung angezeigt wie: „größer als Wert“, „kleiner als Wert“, „nicht ausreichend Flanken“, „nicht ausreichend Amplitude“, „unvollständig“ oder „Signal abgeschnitten“. Meldungen dieser Art bedeuten, dass die Messung nicht zuverlässig ist.
3. Drücken Sie zur Auswahl eines Messtyps den Softkey **Select** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um die gewünschte Messung aus der Popup-Liste auszuwählen.
4. Drücken auf den Softkey **Measure**, um die ausgewählte Messung auszuführen.
5. Wenn Sie die Messungen beenden und die Messergebnisse aus der Messlinie oberhalb der Softkeys löschen möchten, drücken Sie den Softkey **Clear Meas**.

Weitere Informationen über automatische Messungen finden Sie unter „Automatische Messungen“ auf Seite 160.

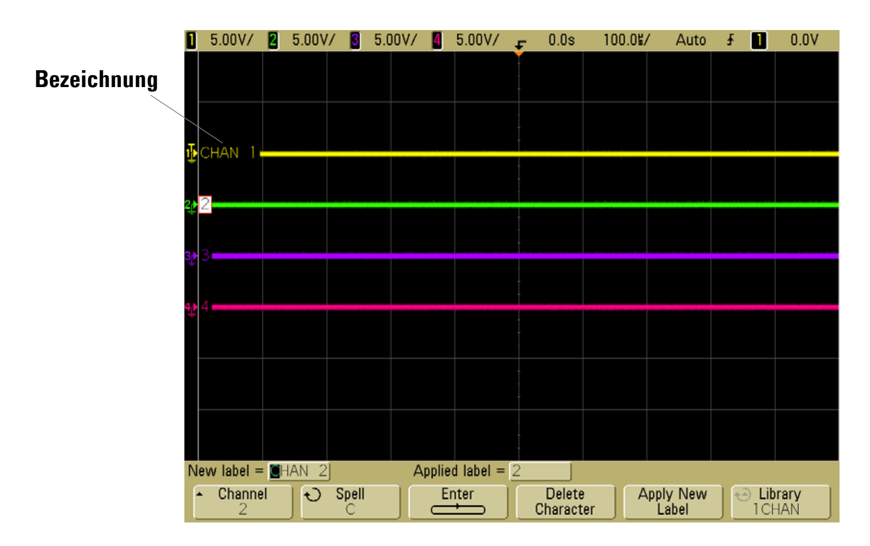
Verwenden von Bezeichnungen

Bezeichnungen können festgelegt und den einzelnen Eingangskanälen zugewiesen werden. Außerdem können die Bezeichnungen ein- oder ausgeschaltet werden, um den Displaybereich des Signals zu erweitern.

Bezeichnungsdisplay ein- oder ausschalten

1 Drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **Label**.

Die Displaybezeichnungen der Kanäle werden eingeschaltet. Wenn die Taste **Label** leuchtet, werden die Bezeichnungen der angezeigten Kanäle in der linken Ecke der angezeigten Messkurven angezeigt. Standardmäßig wird für die Kanalbezeichnungen die Kanalnummer vorgegeben. Nachfolgende Abbildung zeigt ein Beispiel der Bezeichnung „CHAN 1", die Kanal 1 zugewiesen wurde.

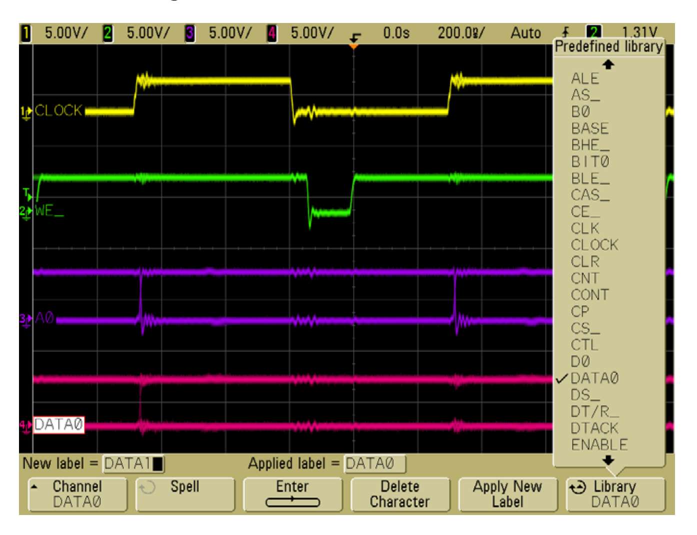


2 Drücken Sie zum Ausschalten der Bezeichnungen die Taste **Label**, bis diese nicht mehr leuchtet.

Vordefinierte Bezeichnung einem Kanal zuweisen

1 Drücken Sie die Taste **Label**.

2 Drücken Sie den Softkey **Channel** und betätigen Sie dann entweder den Eingangsdrehknopf oder drücken Sie wiederholt den Softkey **Channel**, um einen Kanal für die Bezeichnungszuordnung auszuwählen.



Für die Zuweisung einer Bezeichnung muss der Kanal nicht eingeschaltet sein.

3 Drücken Sie den Softkey **Library** und betätigen Sie dann entweder den Eingangsdrehknopf oder drücken Sie wiederholt den Softkey **Library**, um eine vordefinierte Bezeichnung in der Bibliothek auszuwählen.

4 Für die Zuweisung der Bezeichnung zum ausgewählten Kanal drücken Sie den Softkey **Apply New Label**.

5 Wiederholen Sie das oben beschriebene Verfahren für alle vordefinierten Bezeichnungen, die einem Kanal zuzuweisen sind.

Neue Bezeichnung festlegen

1 Drücken Sie die Taste **Label**.

2 Drücken Sie den Softkey **Channel** und betätigen Sie dann entweder den Eingangsdrehknopf oder drücken Sie wiederholt den Softkey, um einen Kanal für die Bezeichnungszuordnung auszuwählen.

   Für die Zuweisung einer Bezeichnung muss der Kanal nicht eingeschaltet sein. Ist der Kanal eingeschaltet, wird die aktuelle Bezeichnung markiert.

3 Drücken Sie den Softkey **Spell** und betätigen Sie den Eingangsdrehknopf, um das erste Zeichen der neuen Bezeichnung auszuwählen.

   Wenn Sie den Eingabedrehknopf drehen, wird ein neues Zeichen zur Eingabe an der markierten Stelle in der Zeile „`New label =`“ oberhalb der Softkeys und im Softkey **Spell** ausgewählt. Die Bezeichnungen können aus maximal sechs Zeichen bestehen.

4 Drücken Sie den Softkey **Enter**, um das ausgewählte Zeichen einzugeben und zur nächsten Eingabestelle zu wechseln.

   Durch aufeinander folgendes Drücken des Softkeys **Enter** können Sie jedes beliebige Zeichen im Bezeichnungsnamen markieren.

5 Zum Löschen eines Zeichens aus dem Bezeichnungsnamen drücken Sie solange den Softkey **Enter**, bis das zu löschende Zeichen markiert ist. Anschließend drücken Sie den Softkey **Delete Character**.

6 Ist die Eingabe der Zeichen für die Bezeichnung abgeschlossen, drücken Sie den Softkey **Apply New Label**, um die Bezeichnung dem ausgewählten Kanal zuzuweisen.

Wenn Sie eine neue Bezeichnung definieren, wird diese der Bezeichnungsliste im nichtflüchtigen Speicher hinzugefügt.

Funktionen zur Zuordnung der Bezeichnung und zur automatischen Vergrößerung

Wird eine Bezeichnung zugewiesen, die auf eine Ziffer endet, beispielsweise ADDR0 oder DATA0, erhöht das Oszilloskop automatisch die Ziffer . Beim Drücken des Softkeys **Apply New Label** erscheint dann im Feld „New Label“ die geänderte Bezeichnung. Sie müssen also lediglich einen neuen Kanal wählen und erneut den Softkey **Apply New Label** drücken, um dem Kanal die Bezeichnung zuzuweisen. In der Bezeichnungsliste wird nur die ursprüngliche Bezeichnung gespeichert. Diese Funktion erleichtert es, Datensätzen aufeinander folgender Bezeichnungen zuzuordnen.

Bezeichnungslistenverwaltung

Drücken Sie den Softkey **Library**, um eine Liste der 75 zuletzt verwendeten Bezeichnungen anzuzeigen. Doppelte Bezeichnungen werden in dieser Liste nicht gespeichert. Bezeichnungen können auf eine beliebige Anzahl von Ziffern enden. Solange die Basis-Zeichenfolge mit einer bestehenden Bezeichnung in der Bibliothek übereinstimmt, wird die neue Bezeichnung nicht zur Bibliothek hinzugefügt Ist beispielsweise die Bezeichnung A0 in der Bibliothek vorhanden und sie erstellen eine neue Bezeichnung A12345, wird die neue Bezeichnung nicht hinzugefügt.

Wird eine neue benutzerdefinierte Bezeichnung gespeichert, ersetzt diese neue Bezeichnung die älteste in der Liste vorhandene Bezeichnung. Die älteste Bezeichnung ist die, deren Zuordnung zu einem Kanal zeitlich am weitesten zurückliegt. Sobald eine beliebige Bezeichnung einem Kanal zugewiesen wird, nimmt diese Bezeichnung den Platz der neuesten Bezeichnung in der Liste ein. Wenn Sie die Bezeichnungsliste einige Zeit nicht verwenden, haben Ihre Bezeichnungen Vorrang. Dadurch wird die benutzerdefinierte Anpassung des Geräte-Displays vereinfacht.

Wenn die Bezeichnungsliste der Bibliothek zurückgesetzt wird (siehe nächstes Thema), werden alle benutzerdefinierten Bezeichnungen gelöscht und die Bezeichnungsliste erhält die Werkskonfiguration.

Bezeichnungsbibliothek auf Werkseinstellung zurücksetzen

1 Drücken Sie **Utility→Options→Preferences**.

VORSICHT Durch Drücken des Softkeys „Default Library“ werden alle benutzerdefinierten Bezeichnungen aus der Bibliothek entfernt und die Bezeichnungen auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt. Gelöschte benutzerdefinierte Bezeichnungen können nicht wiederhergestellt werden.

2 Drücken Sie den Softkey **Default Library**.

Dadurch werden alle benutzerdefinierten Bezeichnungen aus der Bibliothek gelöscht und die Bezeichnungen werden auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt. Dies wirkt sich jedoch nicht auf die Standardbezeichnungen aus, die momentan den Kanälen zugewiesen sind (Bezeichnungen, die im Signalbereich angezeigt werden).

Standardbezeichnungen festlegen, ohne die Standardbibliothek zu löschen.
Wenn Sie im Menü **Save/Recall** die Option **Default Setup** auswählen, werden alle Kanalbezeichnungen auf die Standardbezeichnungen zurückgesetzt. Die Liste der benutzerdefinierten Bezeichnungen in der Liste wird jedoch nicht gelöscht.

Display drucken

Das PAUSE Display kann vollständig, einschließlich Statuszeile und Softkeys, auf einem USB-Drucker oder einem USB-Massenspeichergerät gedruckt werden. Drücken Sie hierzu die Taste **Quick Print**. Der Druckvorgang kann über den Softkey **Cancel Print** angehalten werden.

Drücken Sie zum Einstellen des Druckers **Utility→Print Config**.

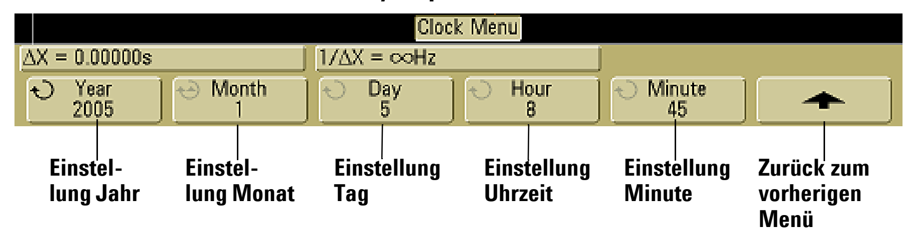
Weitere Informationen über den Druckvorgang finden Sie unter „Druckoptionen konfigurieren“ auf Seite 204.

Uhreinstellen

Im Menü „Clock“ können das aktuelle Datum und die Uhrzeit (24-Stunden-Format) eingestellt werden. Dieser Zeit-/Datumsstempel wird auf Hardcopys und Verzeichnisinformationen im USB-Massenspeichergerät angezeigt.

Datum und Uhrzeit einstellen oder aktuelles Datum und Uhrzeit anzeigen:

1 Drücken Sie **Utility**→**Options**→**Clock**.



2 Drücken Sie den **Year**, **Month**, **Day**, **Hour** oder den Softkey **Minute** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Zahl ein.

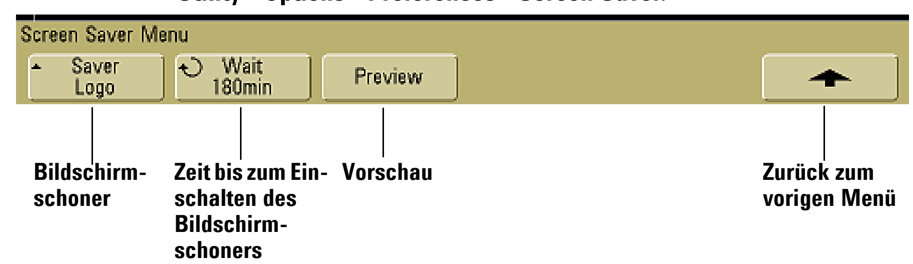
Die Stunden werden im 24-Stunden-Format angezeigt. So 1:00 PM ist 13.00 Uhr.

Mit der Echtzeituhr können nur gültige Daten ausgewählt werden. Wird ein Tag ausgewählt und der Monat oder das Jahr geändert, sodass der Tag ungültig wird, wird dieser automatisch angepasst.

Bildschirmschoner einstellen

Über die Oszilloskop-Konfiguration können Sie bestimmen, nach welchem Zeitraum der Bildschirmschoner bei Nichtbenutzung eingeschaltet wird.

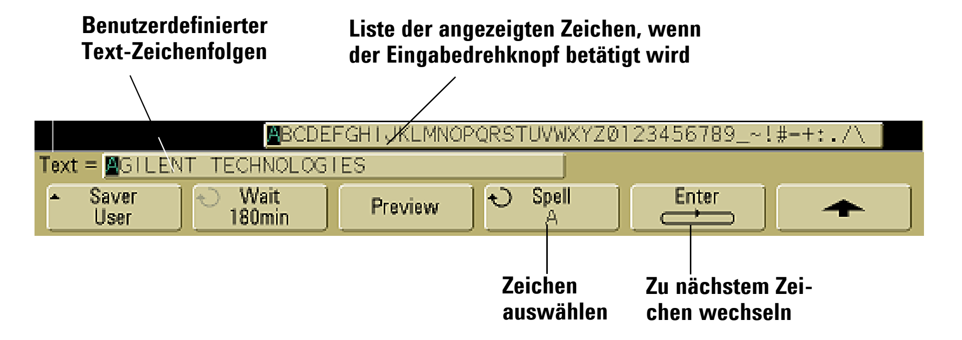
1 Drücken Sie zur Anzeige des Menüs „Screen Saver“ **Utility→Options→Preferences→Screen Saver**.



2 Drücken Sie den Softkey **Saver**, um einen Bildschirmschoner auszuwählen.

Der Bildschirmschoner kann auf **Off** eingestellt werden, um ein beliebiges Bild von der Liste oder einen benutzerdefinierten Text anzuzeigen.

Wenn Sie das erste Zeichen einer Text-Zeichenfolge auswählen möchten, wählen Sie **User** und drücken Sie den Softkey **Spell**. Verwenden Sie für die Zeichenauswahl den Eingabedrehknopf. Drücken Sie dann den Softkey **Enter**, um zum nächsten Zeichen zu wechseln und wiederholen Sie den Vorgang. Die eingegebene Zeichenfolge wird über den Softkeys in der Zeile `Text =` angezeigt.



3 Drehen Sie den Eingabedrehknopf, um Zeit in Minuten auszuwählen, bis der Bildschirmschoner eingeschaltet wird.

   Bei Betätigen des Eingabedrehknopfs werden die Minuten im Softkey **Wait** angezeigt. Der Standartwert liegt bei 180 Minuten (3 Stunden).

4 Drücken Sie den Softkey **Preview**, um die mit dem Softkey **Saver** ausgewählten Bildschirmschoner in einer Vorschau anzuzeigen.

5 Wenn Sie nach dem Starten des Bildschirmschoners das normale Display anzeigen möchten, drücken Sie eine beliebige Taste oder drehen Sie den Drehknopf.

Signalerweiterungsreferenzpunkt einstellen

- Drücken Sie **Utility**→**Options**→**Preferences**→**Expand** und wählen Sie **Ground** oder **Center**.

Wenn Sie die „Volts/division"-Einstellung eines Kanals ändern, können Sie wählen, ob das Signal relativ zur Signal-Null-Linie oder relativ zur Mitte des Displays vergrößert (oder verkleinert) werden soll.

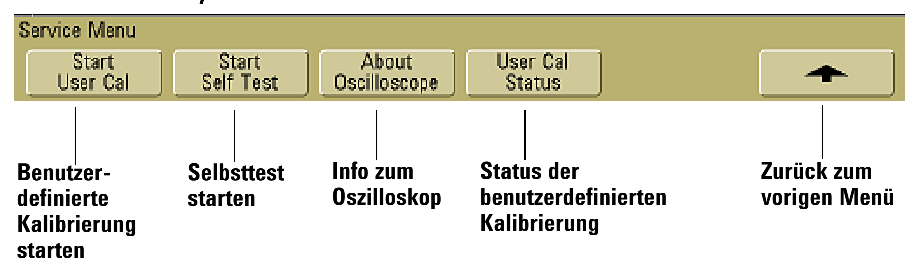
Expand About Ground Das angezeigte Signal wird relativ zur Signal-Null-Linie des Kanals vergrößert. Das ist die Standardeinstellung. Die Signal-Null-Linie wird ganz links im Display durch das Null-Linie-Symbol ( ) angezeigt. Wenn Sie den Drehknopf „Volts/division" betätigen, bleibt die Position der Signal-Null-Linie erhalten.

Befindet sich die Null-Linie außerhalb des Displays, übertritt das Signal je nach Position der Null-Linie entweder an der oberen oder unteren Flanke das Display.

Expand About Center Das angezeigte Signal dehnt sich über die Mitte des Displays aus.

Service-Funktionen ausführen

- Drücken Sie zur Anzeige des Menüs „Service“ die Tasten **Utility**→**Service**.



Im Menü „Service“ können Sie:

- eine benutzerdefinierte Kalibrierung durchführen,
- den Status der benutzerdefinierte Kalibrierung anzeigen,
- das Oszilloskop einen Selbsttest ausführen lassen und
- Informationen über die Modellnummer des Oszilloskops und die benutzerdefinierte Kalibrierung anzeigen.

Benutzerdefinierte Kalibrierung

Benutzerdefinierte Kalibrierung durchführen

- Jährlich oder nach allen 2000 Betriebsstunden
- Wenn die Umgebungstemperatur >10° C über der Kalibrierungstemperatur liegt
- Wenn Sie die Messgenauigkeit maximieren möchten

Abhängig von der Verwendungsdauer, den Umgebungsbedingungen und Erfahrungen mit anderen Geräten können Sie kürzere Intervalle zum Ausführen der Funktion „User Cal“ festlegen.

Die Funktion „User Cal“ wird durch ein internes Selbstanpassungsprogramm durchgeführt, um den Signalweg im Oszilloskop zu optimieren. Das Programm optimiert mit internen Signalen die Parameter für Kanalempfindlichkeit, Offset und Trigger. Trennen Sie alle Anschlüsse und warten Sie, bis das Oszilloskop betriebsbereit ist, bevor Sie diesen Vorgang starten.

Durch das Ausführen der Funktion „User Cal“ wird das vorhandene Zertifikat für die Kalibrierung ungültig. Falls NIST-Normen (National Institute of Standards and Technology) protokolliert werden müssen, führen Sie den im *Service-Handbuch für Agilent Oszilloskope der Familie 5000A* beschrieben Leistungstest mithilfe protokollierbarer Quellen durch.

Funktion „User Cal“ ausführen

1 Stellen Sie den auf der Rückseite befindlichen Schalter „CALIBRATION“ auf „UNPROTECTED“.

2 Schließen Sie auf der Frontplatte an jede BNC-Buchse kurze (maximal 300 mm) Kabel an. Alle Kabel müssen gleich lang sein. Für ein 2-Kanal-Oszilloskop benötigen Sie zwei gleich lange Kabel, für ein 4-Kanal-Oszilloskop sind vier gleich lange Kabel erforderlich.

Verwenden Sie zur Ausführung der Funktion „User Cal“ 50Ω-RG58AU oder entsprechende BNC-Kabel.

Schließen Sie bei einem 2-Kanal-Oszilloskop ein BNC-T-Stück an die gleich langen Kabel an. Schließen Sie dann an das T-Stück einen BNC-an-BNC (auch Steueranschluss genannt) gemäß der nachfolgenden Abbildung an.

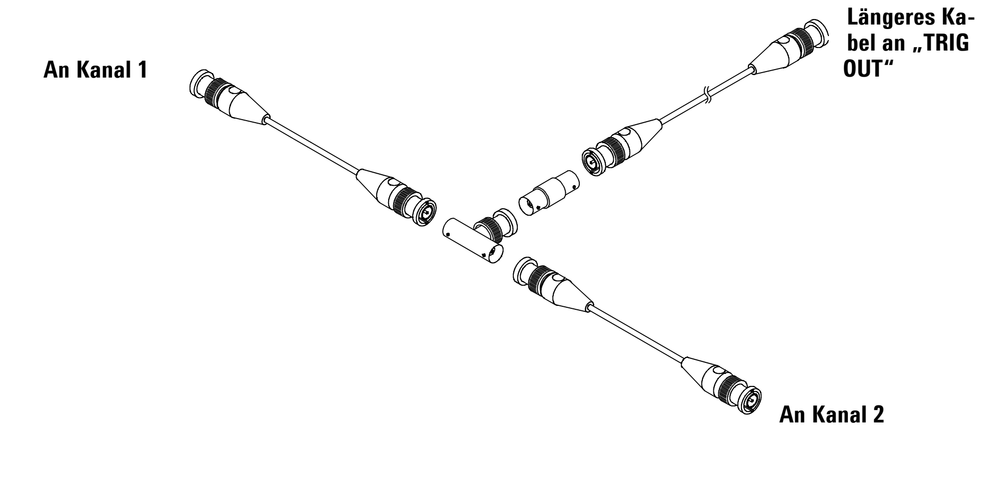


Abbildung 5 „User Calibration“-Kabel für Oszilloskop mit 2 Kanälen

Schließen Sie bei einem 4-Kanal-Oszilloskop BNC-T-Stücke an die gleich langen Kabel an (siehe folgende Abbildung). Schließen Sie dann an das T-Stück einen BNC-an-BNC (Steueranschluss) entsprechend der nachfolgenden Abbildung an.

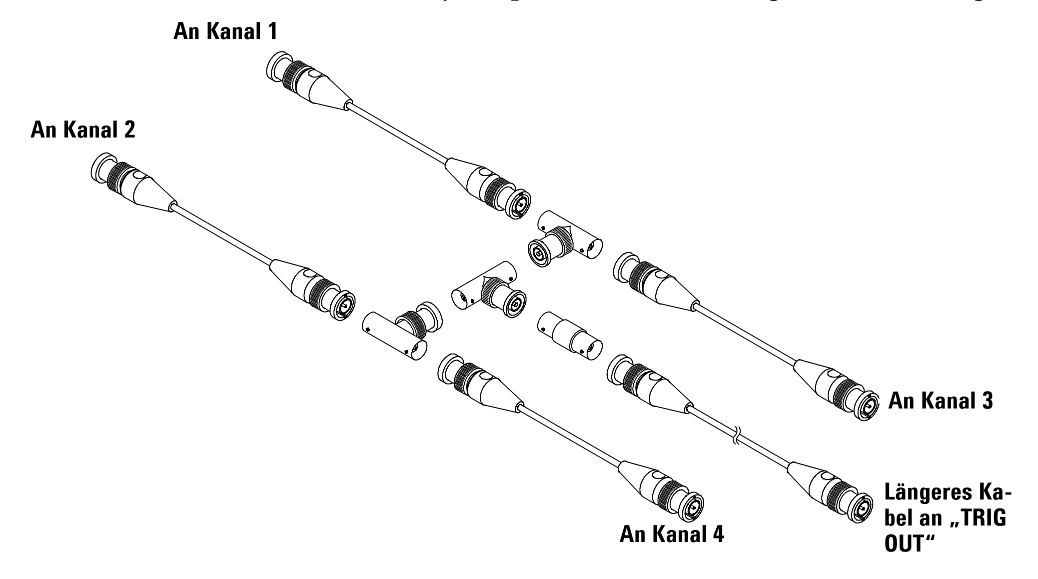


Abbildung 6 „User Calibration“-Kabel für 4-Kanal-Oszilloskop

1. Schließen Sie ein BNC-Kabel (maximal 1000 mm) vom „TRIG OUT“-Anschluss an der Rückseite an die BNC-Buchse an.
2. Drücken Sie die Taste **Utility** und dann den Softkey **Service**.
3. Starten Sie durch Drücken des Softkeys **Start User Cal** die Funktion „Self Cal“.
4. Ist die Funktion „User Cal“ abgeschlossen, stellen Sie den an der Rückseite befindlichen Schalter „CALIBRATION“ auf „PROTECTED“.

„User Cal“-Status

Wenn Sie **Utility→Service→User Cal Status** drücken, werden die Ergebnisse der vorherigen Ausführung der „User Cal“-Funktion sowie der Status der Tastkopfkalibrierung für alle kalibrier-

baren Tastköpfe angezeigt. Passive Tastköpfe müssen nicht kalibriert werden. „InfiniiMax“-Tastköpfe hingegen können kalibriert werden. Weitere Informationen über die Kalibrierung der Tastköpfe finden Sie auf Seite 39.

Ergebnisse:
Datum der benutzerdefinierten Kalibrierung:
Temperaturänderung seit der letzten benutzerdefinierten Kalibrierung:
Fehler:
Kommentare:
Tastkopfkalibrierung:

Selbsttest

Wenn Sie **Utility→Service→Start Self Test** drücken, wird durch interne Tests der ordnungsgemäße Betrieb des Oszilloskops geprüft.

Eine Ausführung des Selbsttests wird empfohlen,

- wenn Sie einen ungewöhnlichen Betriebzustand feststellen,
- um weitere Informationen zur näheren Beschreibung des Fehlers abzurufen und
- um den ordnungsgemäßen Betrieb nach einer Reparatur zu prüfen.

Ein erfolgreicher Selbsttest gewährleistet allerdings keine 100%-ige Funktionalität des Oszilloskops. Ein Selbsttest bietet eine ca. 80%-ige Wahrscheinlichkeit, dass das Oszilloskop ordnungsgemäß funktioniert.

Info zum Oszilloskop

Wenn Sie **Utility→Service→About Oscilloscope** drücken, erhalten Sie Informationen zur Modellnummer, Seriennummer, Softwareversion, Boot-Version, Grafikversion und den installierten Lizenzen.

Installierte Lizenzen:

Diese Zeile im Dialogfeld „About This Oscilloscope“ enthält Daten über die Lizenzen, die für das Oszilloskop installiert wurden. Es können beispielsweise folgende Informationen angezeigt werden:

- **SEC** - Betriebsart „Secure Environment“
- **None** - Keine Lizenz installiert

Oszilloskop auf Standardkonfiguration zurücksetzen

- Drücken Sie die Taste **Save/Recall** und dann den Softkey **Default Setup**.

Bei der Standardkonfiguration wird das Oszilloskop auf die Standardeinstellungen zurückgesetzt. Das Oszilloskop befindet sich dann in einem bekannten Betriebszustand. Folgende Einstellungen sind standardmäßig konfiguriert:

Horizontal Betriebsart „Main“, 100 µs/Div-Maßstab, 0 s Verzögerung, Zeitreferenz Mitte.

Vertikal Kanal 1 ein, 5 V/Div Skala, DC-Kopplung, 0 V Position, 1 MΩ Impedanz, Tastkopffaktor auf 1,0, sofern ein „AutoProbe“-Tastkopf nicht am Kanal angeschlossen ist.

Trigger „Edge Trigger“, Betriebsart „Auto Sweep“, 0 V Pegel, Kanal 1 Quelle, DC-Kopplung, steigende Flanke, 60 ns „Holdoff“-Zeit.

Display Vektoren eingeschaltet, 33% Rasterintensität, „Infinite Persistence“ ausgeschaltet.

Sonstige Betriebsart „Acquire“, „Normal“, und „Run/Stop“ auf „Run“, „Cursors“ und „Measurements“ aus.

Bezeichnungen Alle in der „Label Library“ erstellten benutzerdefinierten Bezeichnungen bleiben erhalten (nicht gelöscht). Die Kanalbezeichnungen werden jedoch auf die Originalnamen zurückgesetzt.

3
Triggerung des Oszilloskops

Die Oszilloskope der Familie Agilent 5000A bieten zahlreiche Funktionen zur Automatisierung der Messaufgaben. Mit der MegaZoom-Technologie können Sie ungetriggerte Wellenformen erfassen und analysieren. Diese Oszilloskope bieten Ihnen u. a. die Möglichkeit:

- zwischen verschiedenen Signalerfassungsbetriebsarten zu wählen,
- je nach Bedarf einfache oder komplexe Triggerbedingungen zu definieren, um das interessierende Signalereignis auszuwählen.

Triggerfunktionen

- Triggerbetriebsarten:
  - Auto
  - Normal
  - Coupling (DC, AC, LF Reject = Niedrigfrequenzunterdrückung)
  - Noise Rejection (Rauschunterdrückung)
  - HF Reject (Hochfrequenzunterdrückung)
- Holdoff
- Triggerpegel
- Externer Triggereingang
- Triggertypen:
  - Edge (Flanke)
  - Pulse Width (Störimpuls)
  - Pattern (Bitmuster)
  - Duration (Zeitdauer)
  - TV
- Eingang „Trigger-Out“

Wahl der Triggerbetriebsart und Triggerbedingung

Die Triggerbetriebsart gibt vor, wie das Oszilloskop nach dem Trigger sucht. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht das Signalspeicher-Konzept. Das Triggerereignis unterteilt den Signalspeicher gewissermaßen in einen Pre-Trigger- und einen Post-Trigger-Speicher. Die Position des Triggerereignisses innerhalb des Signalspeichers wird durch den Zeitreferenzpunkt und die Verzögerungszeit-Einstellung bestimmt.

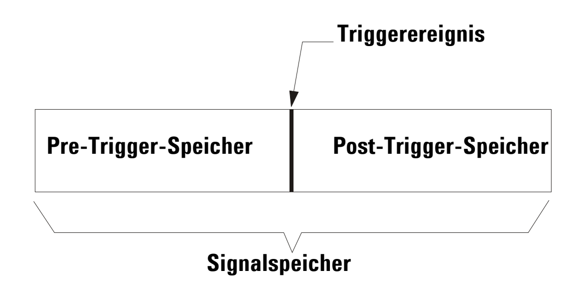
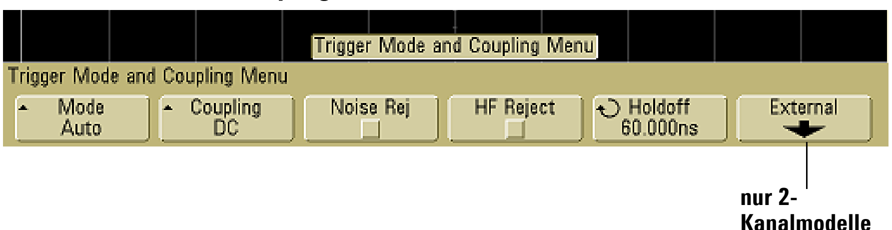


Abbildung 7 Signalspeicher

Aufruf des Menüs „Mode/Coupling“

- Drücken Sie auf der Frontplatte im Triggerbereich die Taste **Mode/Coupling**.



Triggerbetriebsarten: Normal und Auto

Eine Einführung zu den Triggerbetriebsarten „Normal“ und „Auto“ finden Sie auf Seite 60.

1 Drücken Sie die Taste **Mode/Coupling**.
2 Drücken Sie den Softkey **Mode** und wählen Sie **Normal** oder **Auto** aus.
   - In der Triggerbetriebsart **Normal** wird das anliegende Signal nur dann erfasst, wenn die Triggerbedingungen erfüllt sind; ist dies nicht der Fall, so erfolgt keine Triggerung und der Bildschirminhalt wird nicht aktualisiert.
   - Die Triggerbetriebsart **Auto** unterscheidet sich von „Normal“ dadurch, dass das Oszilloskop zwangsweise getriggert wird, falls die Triggerbedingungen nicht innerhalb einer bestimmten Zeit erfüllt werden.

Betriebsart „Auto“

Mit den Auto-Triggerbetriebsarten erfassen Sie Signale mit höherer Wiederholrate sowie unbekannte Signalebenen. Auch zur Erfassung eines DC-Signals müssen Sie die Auto-Triggerbetriebsart verwenden, da in diesem Fall keine Flanken vorhanden sind, auf die das Oszilloskop triggern könnte.

Bei der Auswahl von **Run** wird zunächst der Pre-Trigger-Speicher gefüllt. Nach der Füllung des Pre-Trigger-Speichers sucht das Oszilloskop nach einem Trigger und lässt während dieser Triggersuche weiterhin Daten durch diesen Speicher hindurchfließen. Solange kein Trigger gefunden wird, arbeitet der Pre-Trigger-Speicherbereich nach dem FIFO-Prinzip (First In, First OUT), das heißt: wenn der Speicherbereich voll ist, geht beim Einschreiben eines neuen Datenwertes der jeweils älteste Datenwert verloren. Wird ein Trigger gefunden, enthält der Pre-Trigger-Speicherbereich die Signalereignisse aus der Zeit unmittelbar vor dem Trigger. Falls kein Trigger gefunden wird, generiert das Oszilloskop automatisch einen Trigger und zeigt das Signal so an, als ob eine Triggerung stattgefunden hätte. In diesem Fall leuchtet oben im Display der Hintergrund der **Auto**-Anzeige auf. Dies bedeutet, dass das Oszilloskop einen Trigger automatisch auslöst.

Wenn Sie eine Messung durch **Single** starten, wird der Datenfluss durch den Pre-Trigger-Speicherbereich geführt, der kontinuierlich aktualisiert wird, bis der Auto-Trigger die Suche abbricht und die automatische Triggerung erfolgt. Am Ende des Ablaufs wird die Messung gestoppt und das Ergebnis angezeigt.

Trigger-Betriebsart „Normal"

Verwenden Sie die Triggerbetriebsart „Normal" zur Erfassung von Signalen mit geringer Wiederholrate oder wenn die automatische Triggerung nicht erforderlich ist.

In der Betriebsart „Normal" sucht das Oszilloskop erst dann nach einem Trigger, wenn der Pre-Trigger-Speicherbereich voll ist. Während dieser Zeit blinkt die Triggerbetriebsart-Anzeige in der Statuszeile. Solange kein Trigger gefunden wird, arbeitet der Pre-Trigger-Speicherbereich nach dem FIFO-Prinzip (First In, First OUT), das heißt: wenn der Speicherbereich voll ist, geht beim Einschreiben eines neuen Datenwertes der jeweils älteste Datenwert verloren.

Bei einem Triggerfund wird der Post-Trigger-Speicher durch das Oszilloskop gefüllt und der Signalspeicher angezeigt. Falls die Messung durch **Run/Stop** gestartet wurde, wiederholt sich dieser Vorgang. Wurde die Messung durch Drücken auf **Single** gestartet, wird die Signalerfassung gestoppt und Sie können die Wellenform vergrößern und verkleinern.

Sowohl in der Betriebsart „Auto" als auch in der Betriebsart „Normal" kann es unter bestimmten Umständen vorkommen, dass ein Triggerereignis nicht erkannt wird. Dies liegt daran, dass das Oszilloskop ein Triggerereignis erst dann erkennt, wenn der Pre-Trigger-Speicherbereich voll ist. Angenommen, Sie stellen über den „Time/Div"-Knopf eine langsame Zeitablenkung ein, beispielsweise 500 ms/div. Wenn die Triggerbedingung erfüllt ist, bevor der Pre-Trigger-Speicherbereich voll ist, wird das Triggerereignis nicht erkannt. Wenn Sie in der Betriebsart „Normal" abwarten, bis die Triggerbetriebsart-Anzeige nicht mehr blinkt und erst danach das Triggerereignis herbeiführen, wird das Triggerereignis zuverlässig erkannt.

Bei bestimmten Messungen müssen Sie das Triggerereignis durch gezielte Manipulationen am Testobjekt herbeiführen. Hierbei handelt es sich normalerweise um Single-Shot-Messungen, die mit der Taste **Single** gestartet werden.

Wahl der Triggerkopplung

1 Drücken Sie die Taste **Mode/Coupling**.
2 Drücken Sie den Softkey **Coupling** und wählen Sie anschließend die Triggerkopplung **DC, AC,** oder **LF Reject**.
   - In der Betriebsart **DC** können sowohl DC- als auch AC-Signale in den Triggerpfad gelangen.
   - In der Betriebsart **AC** ist dem Triggerpfad ein Hochpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 10 Hz vorgeschaltet, so dass eine etwaige DC-Offsetspannung aus der Wellenform entfernt wird. Bei allen Modellen ist der Hochpassfilter im externen Triggereingang bei 3,5 Hz angesetzt. Die AC-Kopplung ist nützlich, um bei einer Wellenform mit großen DC-Offset stabile Flankentrigger zu erhalten.
   - In der Betriebsart **LF Reject** ist dem Triggerpfad ein Hochpasspassfilter mit einer Grenzfrequenz von 50 kHz vorgeschaltet. Dieser Filter unterdrückt tieffrequente Signalkomponenten (beispielsweise Netzeinstreuungen), welche die Triggerung beeinträchtigen könnten. Verwenden Sie diese Kopplung, um eine stabile Flankentriggerung zu erhalten, wenn die Wellenform mit niederfrequenten Störungen überlagert ist.
   - Die **TV**-Kopplung wird nur dann aktiv angezeigt, wenn im Menü „Trigger More“ der TV-Trigger aktiviert wurde.

Die Triggerkopplung ist von der Kanalkopplung unabhängig. Auf Seite 66 wird beschrieben, wie Sie zur Kanalkopplung wechseln.

Trigger „Noise Rejection“ und „HF Rejection“ auswählen

1 Drücken Sie die Taste **Mode/Coupling**.

2 Drücken Sie zur Auswahl der Rauschunterdrückung den Softkey **Noise Rej** oder drücken Sie den Softkey **HF Reject**, um die Hochfrequenzunterdrückung auszuwählen.

- In der Betriebsart **Noise Rej** arbeitet das Triggersystem mit einer größeren Hysterese. Das Triggersystem ist dann weniger empfindlich gegenüber Rauschen, benötigt jedoch u. U. eine größere Signalamplitude.
- In der Betriebsart **HF Reject** ist dem Triggerpfad ein Tiefpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 50 kHz vorgeschaltet, das hochfrequente Signalkomponenten unterdrückt. Mit diesem Filter können Sie beispielsweise Störeinstreuungen von Rundfunk- oder Fernsehsendern unterdrücken.

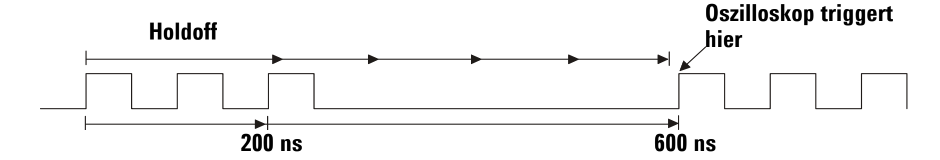
„Holdoff“ bestimmen

1 Drücken Sie die Taste **Mode/Coupling**.

2 Stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte „Holdoff“-Zeit ein. Der aktuelle Wert wird im Bezeichnungsfeld des Softkeys **Holdoff** angezeigt.

Der „Holdoff“-Wert spezifiziert die Zeitspanne, die nach erfolgter Triggerung vergehen muss, bevor das Triggersystem wieder triggerbereit gemacht wird. Durch Einstellen eines passenden „Holdoff“-Wertes können Sie auch bei komplexen Wellenformen eine stabile Triggerung erreichen.

Bei dem unten abgebildeten Impulszug können Sie eine stabile Triggerung erreichen, indem Sie einen „Holdoff“-Wert im Bereich von >200 ns bis <600 ns einstellen.



Mit Hilfe der „Holdoff“-Funktion können Sie Trigger synchronisieren. Das Oszilloskop triggert auf eine Signalflanke und ignoriert bis zum Ablauf der „Holdoff“-Zeit alle weiteren Flanken. Anschließend ist das Triggersystem wieder triggerbereit; das Oszilloskop triggert dann auf die nächste Flanke, die der Triggerbedingung genügt. Auf diese Weise ist es möglich, auf ein sich wiederholendes Muster innerhalb eines Signals zu triggern.

Hinweise zur Anwendung der „Holdoff“-Funktion

Die „Holdoff“-Funktion verhindert, dass das Oszilloskop nach erfolgter Triggerung vor Ablauf einer vorgegebenen Zeit nochmals triggert. Dies ist in solchen Fällen nützlich, in denen das Signal den Triggerpegel während einer Signalperiode mehrmals überschreitet bzw. unterschreitet (je nach Triggerflankenpolarität).

Ohne „Holdoff“ würde das Oszilloskop auf jede dieser Flanken triggern. Dadurch ergäbe sich ein instabiles Bild. Bei korrekt eingestelltem „Holdoff“ triggert das Oszilloskop immer auf die gleiche Flanke. Der korrekte „Holdoff“-Wert ist typischerweise etwas kleiner als eine Signalperiode. Stellen Sie den „Holdoff“-Wert nach dieser Regel ein, damit Sie einen eindeutigen Triggerpunkt erhalten. Weil die „Holdoff“-Schaltung das Eingangssignal kontinuierlich überwacht, funktioniert dies auch dann, wenn zwischen den Triggern zahlreiche Signalperioden liegen.

Eine Änderung der Zeitablenkung hat keinen Einfluss auf den eingestellten „Holdoff“-Wert. Im Gegensatz dazu ist bei einem Analogoszilloskop die „Holdoff“-Zeit von der Zeitablenkung abhängig und muss deshalb beim Ändern der Zeitablenkung neu eingestellt werden.

Die MegaZoom-Technologie ermöglicht es, nach dem **Stoppen** der Messung das Wiederholintervall des gespeicherten Signals mithilfe der „Pan“- und „Zoom“-Funktion zu identifizieren. Messen Sie dieses Zeitintervall mithilfe der Cursor und stellen Sie die „Holdoff“-Verzögerung auf diesen Wert ein.

Der externe Triggereingang

Der externe Triggereingang kann bei verschiedenen Triggertypen als Quelle genutzt werden.

Bei Oszilloskopen mit 2 Kanälen befindet sich der externe BNC-Triggereingang auf der Frontplatte und lautet **Ext Trigger**.

Bei Oszilloskopen mit 4 Kanälen befindet sich der externe BNC-Triggereingang auf der Rückseite des Geräts und lautet **Ext Trig**.

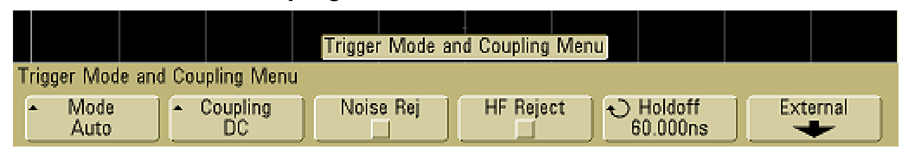
Spezifikationen zum Triggersystem finden Sie auf Seite 242.

Externer Triggereingang bei Oszilloskopen mit 2 Kanälen

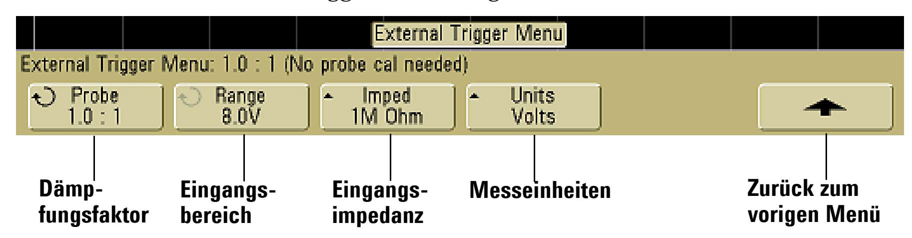
Tastkopfeinstellung für externen Trigger

Die Tastkopfparameter für externe Trigger werden wie folgt eingestellt:

1 Drücken Sie auf der Frontplatte im Triggerbereich die Taste **Mode/Coupling**.



2 Drücken Sie den Softkey **External**, um das Tastkopfmenü des externen Triggers anzuzeigen.



Tastkopfdämpfung Drehen Sie den Eingabedrehknopf, um für den angeschlossenen Tastkopf den im Softkey **Probe** angezeigten Dämpfungsfaktor einzustellen. Der Dämpfungsfaktor kann von 0,1:1 bis 1000:1 in Stufen von 1, 2 und 5 eingestellt werden.

Bei dem Anschluss eines AutoProbe-Tastkopfes mit Eigenmessung stellt das Oszilloskop automatisch den richtigen Dämpfungsfaktor für den Tastkopf ein.

Der Tastkopf-Korrekturfaktor muss für Messungen korrekt eingestellt sein.

Bereich Für den Eingangsspannungsbereich kann 1,0 Volts oder 8,0 Volt angegeben werden. In der Strombetriebsart ist der Bereich auf 1,0 Amp festgelegt. Der Bereich wird nach dem Dämpfungsfaktor des Tastkopfes automatisch im Maßstab angepasst.

Maximale Eingangsspannung für den externen Triggereingang bei Oszilloskopen mit zwei Kanälen:

VORSICHT



Maximale Eingangsspannung für Analogeingänge:

CAT I 300 Veff, 400 Vpk; transiente Überspannung 1,6 kVpk
CAT II 100 Veff, 400 Vpk
mit N2863A 10:1 Tastkopf: CAT I 600 V, CAT II 300 V (DC + Spitzen-AC)
mit 10073C 10:1 Tastkopf: CAT I 500 Vpk, CAT II 400 Vpk

VORSICHT



Bei 2-Kanal-Modellen in der 50Ω-Betriebsart darf die Spannung nicht stärker als 5 Veff sein. Der 50Ω-Modus verfügt deshalb über einen Eingangsschutz und die 50Ω-Ladung schaltet sich aus, sobald die Spannung 5 Veff überschreitet. Abhängig von der Zeitkonstante des Signals, können jedoch die Eingänge trotzdem beschädigt werden.

VORSICHT



Der 50Ω-Eingangsschutz funktioniert nur bei einem eingeschalteten Oszilloskop.

Eingangsimpedanz Die Eingangsimpedanz für den externen Trigger kann entweder auf **1M Ohm** oder **50 Ohm** eingestellt werden. Drücken Sie dazu den Softkey **Imped**.

- **Die 50 Ohm**-Betriebsart entspricht den 50-Ohm-Kabeln, die in der Regel für Hochfrequenzmessungen verwendet werden. Durch die Impedanzübereinstimmung erhalten Sie äußerst genaue Messergebnisse, da am Signalweg die Reflektionen auf ein Minimum reduziert werden.
- Die Betriebsart **1M Ohm** wird mit vielen passiven Tastköpfen und für allgemeine Messzwecke genutzt. Die höhere Impedanz verringert bei dem getesteten Schaltkreis die Ladungswirkung des Oszilloskops.

Tastkopfeinheiten Wählen Sie mit dem Softkey **Units** die richtige Messeinheit für den angeschlossenen Tastkopf aus. Wählen Sie **Volts** für einen Spannungstastkopf und **Amps** für einen Stromtastkopf. Messergebnisse, Kanalempfindlichkeit und Triggerpegel werden in den ausgewählten Messeinheiten reflektiert.

Externer Triggereingang bei Oszilloskopen mit 4 Kanälen

Eingangsimpedanz Die Eingangsimpedanz für den externen Trigger liegt bei Oszilloskopen mit vier Kanälen bei ca. 1,015 kΩ.

Eingangsspannung Die Eingangsspannungsempfindlichkeit beträgt 500 mV, von DC bis 100 MHz. Der Eingangsspannungsbereich liegt bei ±15 V.





Bei externen Triggern auf der Rückseite des Geräts darf die Spannung nicht stärker als 15 Veff sein. Das Oszilloskop kann ansonsten beschädigt werden.

Bei Oszilloskopen mit vier Kanälen ist für den externen Triggereingang eine Bereichs- oder Einheiteneinstellung nicht möglich.

Triggertypen

Das Oszilloskop bietet Ihnen die Möglichkeit, die Darstellung auf dem Display mit den Signalaktivitäten im Messobjekt zu synchronisieren, indem Sie eine Triggerbedingung definieren. Als Triggerquelle kann ein beliebiger Eingangskanal oder ein externes Signal am BNC-Eingang „Ext Trigger" verwendet werden..

MegaZoom-Technologie vereinfacht Triggerung

Die MegaZoom-Technologie ermöglicht es, ein Signal einfach in der „Autoscale"-Betriebsart zu erfassen, dann die Messung zu stoppen und das gespeicherte Signal mithilfe der „Pan"- und „Zoom"-Funktion zu durchsuchen, um einen stabilen Triggerpunkt ausfindig zu machen. Die „Autoscale"-Funktion liefert in vielen Fällen eine getriggerte Signaldarstellung.

Die unten aufgelisteten Triggertypen werden in der dargestellten Reihenfolge erläutert:

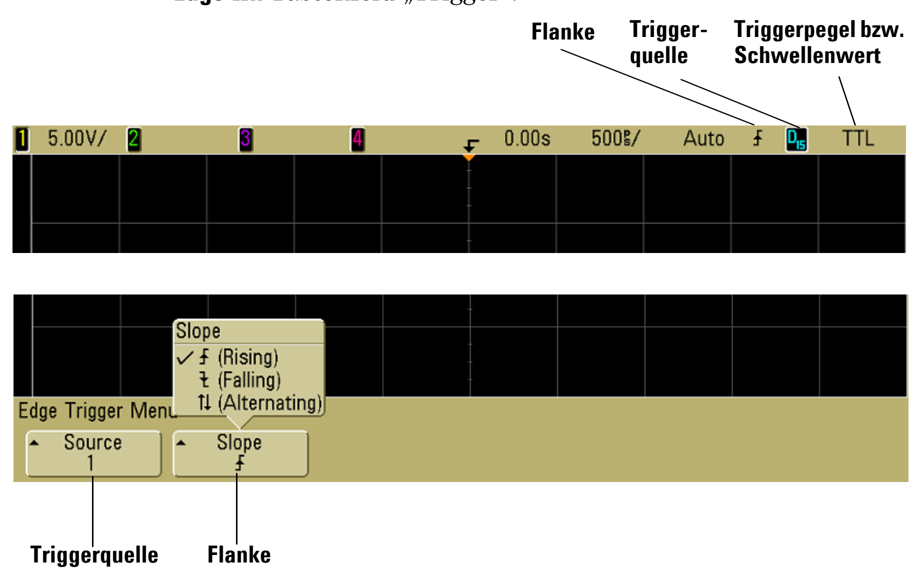
- Edge-Triggerung
- Pulse Width (Störimpuls)
- Pattern
- Duration
- TV-Triggerung

Wenn Sie die Triggerbedingungen ändern, werden die Änderungen sofort wirksam. Wenn Sie die Triggerbedingungen nach dem Stoppen einer Messung ändern, werden die neuen Triggerbedingungen wirksam, sobald Sie eine neue Messung durch **Run/Stop** oder **Single** starten. Wenn Sie die Triggerbedingungen während einer laufenden Messung ändern, sind die neuen Triggerbedingungen ab dem nächstfolgenden Signalerfassungszyklus wirksam.

Flankentriggerung

Wenn Sie den Triggertyp „Edge“ wählen, triggert das Oszilloskop auf die vorgegebene Flanke und den vorgegebenen Triggerpegel. In diesem Menü können Sie die Triggerquelle und die Triggerflanke wählen. Für alle Quellen bis auf „Line“ können Sie eine positive oder eine negative Flanke bzw. alternierende Flanken einstellen. Der Triggertyp, die Triggerquelle und der Triggerpegel werden in der oberen rechten Ecke des Displays angezeigt.

1 Drücken Sie zum Aufruf des Menüs „Edge Trigger“ die Taste **Edge** im Tastenfeld „Trigger“.



2 Drücken Sie den Softkey **Slope** und wählen Sie die positive oder negative Flanke bzw. alternierende Flanken. Die gewählte Flanke wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

HINWEIS Die Betriebsart der alternierenden Flanken ist dann nützlich, wenn das Oszilloskop auf beide Flanken eines Signals triggern soll (z. B. bei Signalen von Digitalempfängern). Bei allen Betriebsarten kann die komplette Bandbreite des Oszilloskops genutzt werden.

3 Wählen Sie die Triggerquelle.

Bei Oszilloskopen der Familie Agilent 5000A können Sie als Triggerquelle den Kanal „1“, den Kanal „2“, „Ext“ (extern) oder „Line“ (Netzfrequenz) wählen. Bei den Vierkanal-Modellen sind zusätzlich die Kanäle 3 und 4 als Triggerquelle verfügbar. Auch abgeschaltete (nicht angezeigte) Kanäle sind als Triggerquelle für die Flankentriggerung verfügbar.

Die gewählte Triggerquelle wird in der oberen rechten Ecke des Displays neben dem Flankensymbol angezeigt.

1 bis **4** = Oszilloskop-Kanäle

E = Externes Triggersignal

L = Netzfrequenz

Triggerpegel einstellen

Sie können bei einem ausgewählten Oszilloskop-Kanal den Triggerpegel mithilfe des Triggerpegel-Drehknopfes einstellen. Der Triggerpegel für den Kanal wird (sofern der betreffende Kanal eingeschaltet ist und DC-Kopplung gewählt wurde) durch das Triggerpegelsymbol T▸ am äußerst linken Rand des Displays angezeigt. Der numerische Wert des Oszilloskop-Kanal-Triggerpegels wird in der oberen rechten Ecke des Displays angezeigt.

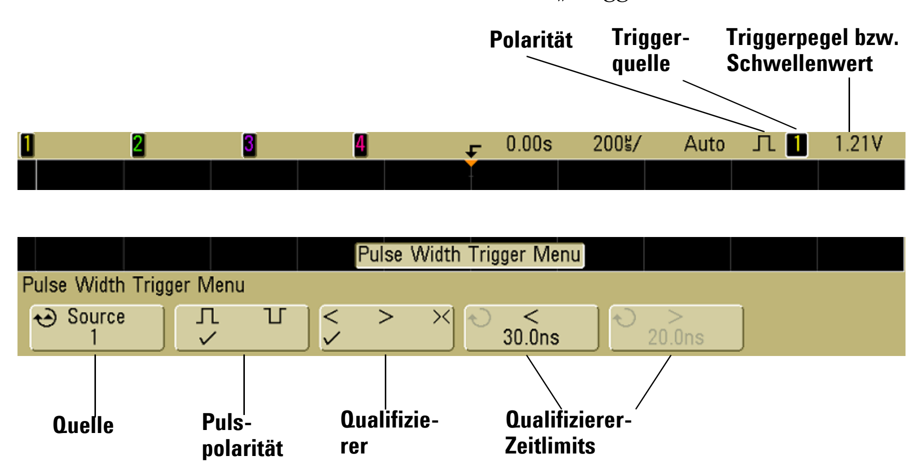
Ein mit **Ext** ausgewählter externer Trigger kann auf der Frontplatte im Tastenfeld „Trigger“ über den Drehknopf **Level** eingestellt werden. Der Triggerpegel wird in der oberen rechten Ecke des Displays angezeigt.

Der Triggerpegel für „Line“ ist nicht einstellbar. Dieser Trigger wird entsprechend der Stromversorgung automatisch eingestellt.

Pulsbreiten-Triggerung

Wenn Sie den Triggertyp „Pulse Width“ (Störimpuls) wählen, triggert das Oszilloskop auf einen positiven oder negativen Puls mit einer bestimmten Breite. Wenn das Oszilloskop auf die Überschreitung eines bestimmten Zeitlimits triggern soll, wählen Sie im Triggermenü **More** die Option **Duration**.

1 Drücken Sie zum Aufrufen des Menüs „Pulse Width“ die Taste **Pulse Width** im Tastenfeld „Trigger“.



2 Wählen Sie mit dem Softkey **Source** (bzw. bei den Mixed-Signal-Modellen mit dem Eingabedrehknopf) den Kanal, auf den das Oszilloskop triggern soll.

Der gewählte Kanal wird in der oberen rechten Ecke des Displays neben dem Polaritätssymbol angezeigt.

Sie können einen beliebigen Kanal als Triggerquelle wählen. Bei den Zweikanal-Oszilloskopen steht zusätzlich der externe Triggereingang als Triggerquelle zur Auswahl.

Stellen Sie mit dem Triggerpegel-Drehknopf (Level) den gewünschten Triggerpegel für den gewählten Kanal ein. Der Wert des Triggerpegels wird in der oberen rechten Ecke des Displays angezeigt.

3 Wählen Sie mit dem Softkey für die Pulspolarität die positive (⊓) oder negative (⊔) Polarität für die zu erfassende Pulsbreite.

   Die gewählte Pulspolarität wird in der oberen rechten Ecke des Displays angezeigt. Ein Puls wird als positiv bzw. negativ gewertet, wenn die Spannung größer bzw. kleiner als der gewählte Triggerpegel oder Schwellenwert ist.

   Bei Triggerung auf einen positiven Puls erfolgt die Triggerung auf die „High/Low“-Flanke des Pulses, sofern die Qualifizierer-Bedingung erfüllt ist. Bei Triggerung auf einen negativen Puls erfolgt die Triggerung auf die „Low/High“-Flanke des Pulses, sofern die Qualifizierer-Bedingung erfüllt ist.

4 Wählen Sie mit dem Qualifizierer-Softkey (**< > ><**) den Zeit-Qualifizierer.

   Das Oszilloskop triggert nur, wenn die Pulsbreite dem gewählten Zeit-Qualifizierer entspricht.

   - kürzer als ein vorgegebener Zeitwert (**<**)

     Beispiel: positiver Puls, t<10 ns:



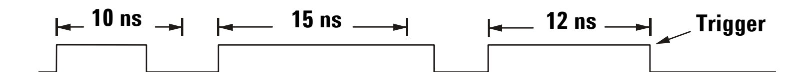
   - länger als ein vorgegebener Zeitwert (**>**)

     Beispiel: positiver Puls, t>10 ns:



   - innerhalb eines vorgegebenen Zeitbereichs (**><**)

     Beispiel: positiver Puls, t>10 ns und t<15 ns



5 Wählen Sie per Softkey den gewünschten Zeit-Qualifizierer (< oder >) und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Pulsbreiten-Qualifizierer-Zeit ein.

   Der Qualifizierer wird wie folgt eingestellt:

   - 2 ns bis 10 s für Qualifizierer > oder Qualifizierer < (5 ns bis 10 s für Modelle mit 100 MHz- und 300 MHz-Bandbreite)
   - 10 ns bis 10 s für Qualifizierer ><, mit einer minimalen Abweichung von 5 ns zwischen der oberen und unteren Einstellung

< Zeit-Qualifizierer-Softkey

- Nach Betätigung des Zeit-Qualifizierer-Softkeys „kleiner als“ (<) können Sie mit dem Eingabedrehknopf den oberen Zeit-Qualifizierer-Wert einstellen. Das Oszilloskop triggert nur auf eine Pulsbreite, die kleiner ist als der Zeitwert des Softkeys.
- Falls der Zeitbereich-Softkey (><) aktiv ist, ist der Eingabedrehknopf dem oberen Zeitbereich-Wert zugeordnet.

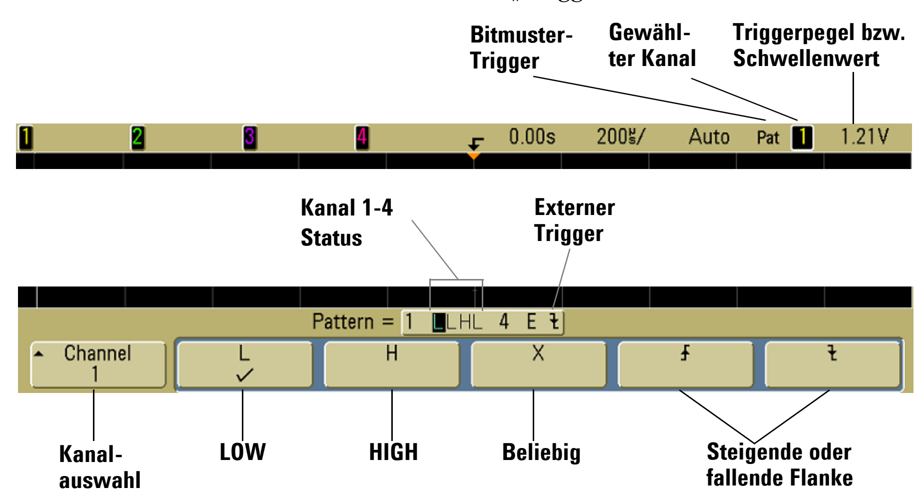
> Zeit-Qualifizierer-Softkey

- Nach Betätigung des Zeit-Qualifizierer-Softkeys „größer als“ (>) können Sie mit dem Eingabedrehknopf den unteren Zeit-Qualifizierer-Wert einstellen. Das Oszilloskop triggert nur auf eine Pulsbreite, die größer ist als der Zeitwert des Softkeys.
- Falls der Zeitbereich-Softkey (><) aktiv ist, ist der Eingabedrehknopf dem unteren Zeitbereich-Wert zugeordnet.

Bitmuster-Triggerung

Bei der Bitmuster-Triggerung triggert das Oszilloskop auf ein vorgegebenes Bitmuster. Das Trigger-Bitmuster entspricht der logischen UND-Verknüpfung der Kanäle. Für jeden Kanal kann einer der Werte HIGH (H), LOW (L) oder beliebig (X) spezifiziert werden. Außerdem kann für einen im Bitmuster enthaltenen Kanal auch eine positive Flanke oder negative Flanke angegeben werden.

1 Drücken Sie zum Aufruf des Menüs „Pattern Trigger“ die Taste **Pattern** im Tastenfeld „Trigger“.



2 Wählen Sie nacheinander mit dem Softkey **Channel** die Kanäle, die zur Bitmuster-Triggerung herangezogen werden sollen.

Dies ist die Kanalquelle für die H-, L-, X- oder Flanken-Bedingung. Wenn Sie den Softkey **Channel** drücken (bzw. bei einem Mixed-Signal-Oszilloskop den Eingabedrehknopf betätigen), wird der jeweils gewählte Kanal in der Zeile `Pattern =` (unmittelbar oberhalb der Softkeys) und in der oberen rechten Ecke des Displays neben „`Pat`“ angezeigt. Bei den Zweikanal- und Vierkanal- Modellen ist zusätzlich der externe Triggereingang als Bitmuster-Trigger-Kanal verfügbar.

Stellen Sie mit dem Triggerpegel-Drehknopf (Level) den gewünschten Triggerpegel für den gewählten Kanal ein. Der Wert des Triggerpegels wird in der oberen rechten Ecke des Displays angezeigt.

3 Drücken Sie für jeden ausgewählten Kanal die „Condition“-Softkeys, um für den Kanal im Bitmuster die Bestimmung festzulegen.

- **H** spezifiziert den Zustand HIGH. Ein Kanal befindet sich im Zustand HIGH, wenn die anliegende Spannung größer als der Triggerpegel bzw. Schwellenwert ist.
- **L** spezifiziert den Zustand LOW. Ein Kanal befindet sich im Zustand LOW, wenn die anliegende Spannung kleiner als der Triggerpegel bzw. Schwellenwert ist.
- **X** spezifiziert den Zustand „beliebig“. Alle Kanäle, für die der Triggerzustand „beliebig“ spezifiziert wurde, werden bei der Auswertung des Trigger-Bitmusters ignoriert. Falls für alle Bitmuster-Kanäle der Triggerzustand „beliebig“ spezifiziert wurde, triggert das Oszilloskop gar nicht.
- Mit den Softkeys für die positive (↑) oder negative Flanke (↓) können Sie vorgeben, dass das Oszilloskop auf eine positive bzw. negative Flanke in dem betreffenden Kanal triggert. Innerhalb des Trigger-Bitmusters kann nur eine einzige positive oder negative Flanke spezifiziert werden. Wenn eine Flanke bestimmt wurde, triggert das Oszilloskop auf diese Flanke, sofern das für die übrigen Kanäle spezifizierte Bitmuster anliegt.

  Wenn keine Flanke spezifiziert wurde, triggert das Oszilloskop auf die letzte Flanke, die dazu führt, dass das anliegende Bitmuster mit dem Trigger-Bitmuster übereinstimmt.

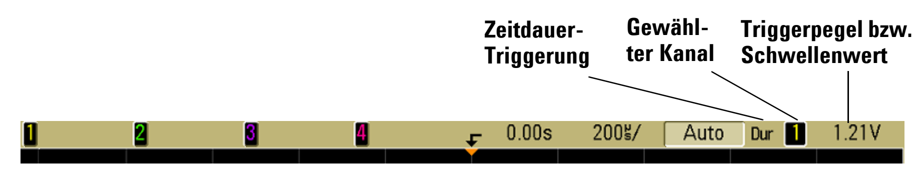
Spezifizieren eines Flanken-Terms innerhalb eines Trigger-Bitmusters

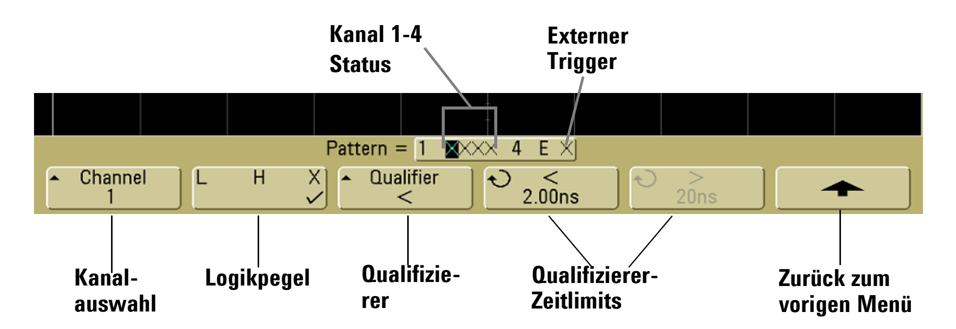
Sie können nur einen einzigen Flanken-Term innerhalb eines Trigger-Bitmusters spezifizieren. Falls Sie einen Flanken-Term angeben und anschließend für einen anderen Kanal nochmals einen Flanken-Term festlegen, wird der zuvor spezifizierte Flanken-Term zu einer „Beliebig“-Bedingung abgeändert.

Zeitdauer-Triggerung

Bei der Zeitdauer-Triggerung triggert das Oszilloskop, wenn ein spezifiziertes Bitmuster (eine logische UND-Verknüpfung der Kanäle) eine bestimmte Zeit lang anliegt.

1 Drücken Sie auf der Frontplatte im Tastenfeld „Trigger“ den Softkey **More**. Drehen Sie dann den Eingabedrehknopf bis im Softkey **Trigger** die Option **Duration** angezeigt wird. Wenn Sie nun auf den Softkey **Settings** drücken, wird das Triggermenü „Duration“ angezeigt.





2 Wählen Sie nacheinander mit dem Softkey **Channel** die Kanäle, die zur Bitmuster-Triggerung herangezogen werden sollen.

Dies ist die Kanalquelle für die H-, L-, X-Bedingung. Wenn Sie den Softkey **Channel** drücken (bzw. bei einem Mixed-Signal-Oszilloskop den Eingabedrehknopf betätigen), wird der jeweils gewählte Kanal in der Zeile `Pattern =` (unmittelbar oberhalb der Softkeys) und in der oberen rechten Ecke des Displays neben „`Dur`“ angezeigt. Bei den Zweikanal- und Vierkanal- Modellen ist zusätzlich der externe Triggereingang als Bitmuster-Triggerkanal verfügbar.

Stellen Sie mit dem Triggerpegel-Drehknopf (Level) den gewünschten Triggerpegel für den gewählten Kanal ein. Der Wert des Triggerpegels wird in der oberen rechten Ecke des Displays angezeigt.

3 Drücken Sie für jeden ausgewählten Kanal den Logikpegel-Softkey, um für den Kanal im Bitmuster die Bestimmung festzulegen.

- **H** spezifiziert für den ausgewählten Kanal den Zustand HIGH. Ein Kanal befindet sich im Zustand HIGH, wenn die anliegende Spannung größer als der Triggerpegel bzw. Schwellenwert ist.
- **L** spezifiziert den Zustand LOW. Ein Kanal befindet sich im Zustand LOW, wenn die anliegende Spannung kleiner als der Triggerpegel bzw. Schwellenwert ist.
- **X** spezifiziert den Zustand „beliebig". Alle Kanäle, für die der Triggerzustand „beliebig" spezifiziert wurden, werden bei der Auswertung des Trigger-Bitmusters ignoriert. Falls für alle Bitmuster-Kanäle jedoch der Triggerzustand „beliebig" spezifiziert wurde, triggert das Oszilloskop gar nicht.

4 Drücken Sie zum Spezifizieren des Bitmuster-Zeit-Qualifizierers den Softkey **Qualifier**.

Mit dem Zeit-Qualifizierer-Softkey können Sie zwischen den nachfolgend beschriebenen Zeit-Qualifizierern wählen:

- kürzer als ein vorgegebener Zeitwert (**<**)
- länger als ein vorgegebener Zeitwert (**>**)
- länger als ein vorgegebener Zeitwert, aber mit Timeout (**Timeout**). Nach Überschreitung des Zeitlimits (Timeout) wird ein Trigger erzwungen.
- innerhalb eines vorgegebenen Zeitbereichs (**><**)
- außerhalb eines vorgegebenen Zeitbereichs (**<>**)

Die Zeitwerte für den gewählten Qualifizierer werden mithilfe der Zeit-Qualifizierer-Softkeys (**<** und **>**) und des Eingabedrehknopfs eingegeben.

5 Wählen Sie per Softkey den gewünschten Zeit-Qualifizierer (**<** oder **>**) und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Bitmusterdauer-Qualifizierer-Zeit ein.

< Zeit-Qualifizierer-Softkey

- Nach Betätigung des Zeit-Qualifizierer-Softkeys „kleiner als“ (**<**) können Sie mit dem Eingabedrehknopf den oberen Zeit-Qualifizierer-Wert einstellen. Das Oszilloskop triggert nur auf eine Bitmusterdauer, die kleiner ist als der Zeitwert des Softkeys.
- Falls der Softkey „innerhalb Zeitbereich“ (**><**) aktiv ist, ist der Eingabedrehknopf dem oberen Zeitbereich-Wert zugeordnet.
- Falls der Softkey „außerhalb Zeitbereich“ (**<>**) aktiv ist, ist der Eingabedrehknopf dem unteren Zeitbereich-Wert zugeordnet.

> Zeit-Qualifizierer-Softkey

- Nach Betätigung des Zeit-Qualifizierer-Softkeys „größer als“ (**>**) können Sie mit dem Eingabedrehknopf den unteren Zeit-Qualifizierer-Wert einstellen. Das Oszilloskop triggert nur auf eine Bitmusterdauer, die größer ist als der Zeitwert des Softkeys.
- Falls der Softkey „innerhalb Zeitbereich“ (**><**) aktiv ist, ist der Eingabedrehknopf dem unteren Zeitbereich-Wert zugeordnet.
- Falls der Softkey „außerhalb Zeitbereich“ (**<>**) aktiv ist, ist der Eingabedrehknopf dem oberen Zeitbereich-Wert zugeordnet.
- Wenn der Qualifizierer **Timeout** aktiv ist, ist der Eingabedrehknopf dem Timeout-Wert zugeordnet.

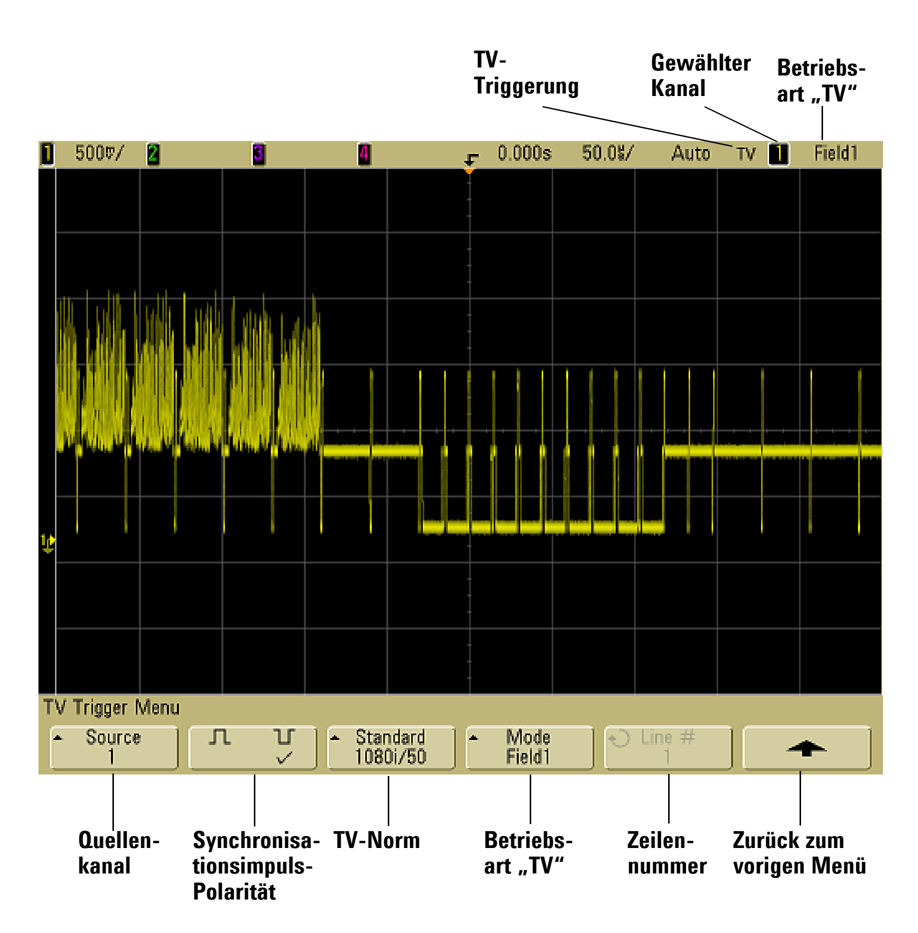
Wann erfolgt die Zeitdauer-Triggerung?
Der Timer wird durch die letzte Signalflanke gestartet, die das Bitmuster (logisches UND) als wahr identifiziert. Die Triggerung erfolgt - sofern das Zeitdauer-Qualifizierer-Kriterium erfüllt ist - auf die erste Signalflanke, die dazu führt, dass das Bitmuster vom Trigger-Bitmuster abweicht, oder bei Erreichen des spezifizierten Zeitlimits (Timeout).

TV-Triggerung

Mit Hilfe der TV-Triggerfunktion können Sie die meisten herkömmlichen und hochauflösenden analogen Videosignale erfassen. Das Triggersystem erkennt die Vertikal- und Horizontal-Intervalle und erzeugt auf der Basis Ihrer Vorgaben geeignete Trigger.

Die MegaZoom III-Technologie ermöglicht eine helle und stabile Darstellung eines beliebigen Ausschnitts aus dem erfassten Videosignal. Das Oszilloskop kann auf eine beliebig wählbare Zeile des Videosignals triggern. Dies erleichtert die Analyse von Videosignalen.

1 Drücken Sie auf der Frontplatte im Tastenfeld „Trigger“ die Taste **More**. Falls **TV** nicht ausgewählt ist, drehen Sie den Eingabedrehknopf bis **TV** im Softkey **Trigger** angezeigt wird. Drücken Sie anschließend den Softkey **Settings**, um das Triggermenü „TV“ anzuzeigen.



2 Drücken Sie den Softkey **Source** und wählen Sie einen beliebigen Oszilloskop-Kanal als TV-Triggerquelle.

Die gewählte Triggerquelle wird in der oberen rechten Ecke des Displays angezeigt. In dieser Betriebsart wird der Triggerpegel automatisch an die Amplitude des Synchronisationsimpulses angepasst und kann nicht mit dem Drehknopf **Level** verändert werden. Die Triggerkopplung wird im Menü **Mode/Coupling** automatisch auf **TV** eingestellt.

Korrekte Impedanzanpassung

Viele TV-Signale stammen aus Quellen mit einer Ausgangsimpedanz von 75 Ω. Zur Gewährleistung einer korrekten Impedanzanpassung sollten solche Quellen über einen 75 Ω-Zwischenstecker (beispielsweise Agilent 11094B) an das Oszilloskop angeschlossen werden.

3 Wählen Sie mit dem Softkey „Sync polarity“ die gewünschte Synchronisationsimpuls-Polarität: positiv (⎍) oder negativ (⎍).

4 Wählen Sie mit dem Softkey **Standard** die TV-Norm.

Das Oszilloskop triggert die folgenden TV- und Video-Normen:

Norm	Typ	Synchronisationsimpuls
NTSC	Zeilensprung	Zweischicht
PAL	Zeilensprung	Zweischicht
PAL-M	Zeilensprung	Zweischicht
SECAM	Zeilensprung	Zweischicht
Generic	Zeilensprung/Progressiv	Zweischicht/Dreischicht
EDTV 480p/60	Progressiv	Zweischicht
HDTV 720p/60	Progressiv	Dreischicht
HDTV 1080p/24	Progressiv	Dreischicht
HDTV 1080p/25	Progressiv	Dreischicht
HDTV 1080i/50	Zeilensprung	Dreischicht
HDTV 1080i/60	Zeilensprung	Dreischicht

5 Wählen Sie mit dem Softkey **Mode** die TV-Triggerbetriebsart.

Es stehen folgende TV-Triggerbetriebsarten zur Auswahl:

- **Field1** und **Field2** - Das Oszilloskop triggert auf die positive Flanke des ersten Sägezahnimpulses von Teilbild 1 oder 2 (nur die Norm „Zeilensprung“).
- **All Fields** - Das Oszilloskop triggert auf die positive Flanke des ersten Impulses im vertikalen Synchronisationsintervall (im Modus „Generic“ nicht verfügbar).
- **All Lines** - Das Oszilloskop triggert auf alle horizontale Synchronisationsimpulse.

- **Line** - Das Oszilloskop triggert auf die gewählte Zeilennummer (nur bei den Normen EDTV und HDTV).
- **Line: Field1** und **Line:Field2** - Das Oszilloskop triggert auf die gewählte Zeilennummer in Teilbild 1 oder in Teilbild 2 (nur bei Halbbild-Normen außer 1080i).
- **Line: Alternate** - Das Oszilloskop triggert abwechselnd auf die gewählte Zeilennummer in Teilbild 1 oder in Teilbild 2 (nur bei NTSC, PAL, PAL-M und SECAM).
- **Vertical** - Das Oszilloskop triggert auf die positive Flanke des ersten Sägezahnimpulses oder etwa 70 µs nach dem Anfang des Vertikal-Synchronisationsimpulses, je nachdem, welches Ereignis zuerst gefunden wird (nur in der Betriebsart „Generic“ verfügbar).
- **Count: Vertical** - Das Oszilloskop zählt die negativen Synchronisationsimpuls-Flanken und triggert auf die gewählte Anzahl (nur in der Betriebsart „Generic“ verfügbar).

6. Wenn Sie eine der Zeilennummer-Betriebsarten wählen, drücken Sie den Softkey **Line #** und wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf die Zeilennummer, auf die das Oszilloskop triggern soll.
7. Wenn Sie in der „Generic“-Norm eine der Zeilennummer-Betriebsarten oder **Count:Vertical** wählen, drücken Sie den Softkey **Count #** und wählen Sie anschließend mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Zeilennummer.

   Aus der nachfolgenden Tabelle sind die verfügbaren Zeilennummern für die verschiedenen TV-Normen (bzw. die zulässigen „Count“-Werte für „Generic“) ersichtlich.

Tabelle 6 Zeilennummern (bzw. „Count"-Werte für „Generic") für jede TV-Norm außer HDTV/EDTV

TV-Norm	Field 1	Field 2	Alt Field
NTSC	1 bis 263	1 bis 262	1 bis 262
PAL	1 bis 313	314 bis 625	1 bis 312
PAL-M	1 bis 263	264 bis 525	1 bis 262
SECAM	1 bis 313	314 bis 625	1 bis 312
Generic	1 bis 1024	1 bis 1024	1 bis 1024 (vertikal)

Zeilennummer entspricht „Count"-Wert

In der Betriebsart **Generic** repräsentiert die Zeilennummer eine Anzahl statt einer per Norm definierten Zeilennummer. Der Softkey **Line** wird deshalb zu **Count** umbenannt. Der Beginn der Zeilenzählung wird durch **Mode Line:Field 1**, **Line:Field 2** und **Count:Vertical** festgelegt. Bei einem Zeilensprung-TV-System beginnt die Zählung mit der positiven Flanke des ersten Vertikal-Sägezahnimpulses des Teilbildes 1 und/oder 2. Bei einem TV-System ohne Zeilensprung beginnt die Zählung nach der positiven Flanke des Vertikal-Synchronisationsimpulses.

Tabelle 7 Zeilennummern für die jeweiligen EDTV/HDTV-TV-Normen

EDTV 480p/60	1 bis 525
HDTV 720p/60	1 bis 750
HDTV 1080p/24	1 bis 1125
HDTV 1080p/25	1 bis 1125
HDTV 1080i/50	1 bis 1125
HDTV 1080i/60	1 bis 1125

Beispielübung

Die nachfolgenden Beispiele sollen Sie mit der TV-Triggerfunktion vertraut machen. Für die Übungen wurde die TV-Norm „NTSC" gewählt.

Triggerung auf eine bestimmte Video-Zeile

TV-Triggerung erfordert eine Synchronisationsimpuls-Amplitude von mehr als einem halben Skalenteil; als Triggerquelle kann ein beliebiger Oszilloskop-Kanal verwendet werden. In dieser Betriebsart wird der Triggerpegel automatisch an die Synchronisationsimpuls-Amplitude angepasst und kann nicht mit dem Drehknopf **Level** verändert werden.

Die TV-Zeilen-Triggerfunktion kann beispielsweise zur Analyse von VITS (Vertical Interval Test Signals) verwendet werden, die typischerweise in der Zeile 18 „untergebracht“ sind; oder zur Analyse von „Closed Captioning“-Signalen (typischerweise Zeile 21).

1 Drücken Sie die Triggertaste **More** und dann den Softkey **TV**.
2 Drücken Sie den Softkey **Settings** und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Standard** die gewünschte TV-Norm (NTSC).
3 Drücken Sie den Softkey **Mode** und wählen Sie das Teilbild, auf welches das Oszilloskop triggern soll. Sie haben die Wahl zwischen **Line:Field1**, **Line:Field2** oder **Line:Alternate**.
4 Drücken Sie den Softkey **Line #** und wählen Sie die Zeilennummer..

Alternierende Triggerung

In der Betriebsart **Line:Alternate** triggert das Oszilloskop abwechselnd in den Teilbildern 1 und 2 auf die gewählte Zeile. Auf diese Weise können Sie schnell und einfach die VITS-Signale der beiden Teilbilder miteinander vergleichen oder die korrekte Einfügung der Halbzeile am Ende des Teilbildes 1 überprüfen.

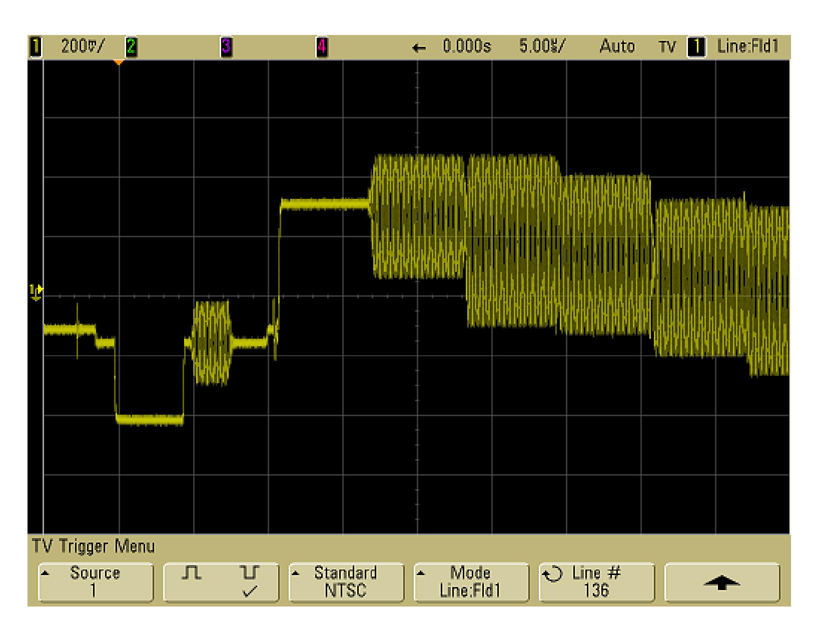


Abbildung 8 Beispiel: Triggerung auf die Zeile 136

Triggerung auf alle Synchronisationsimpulse

Um schnell die maximalen Videosignalpegel zu finden, können Sie auf alle TV-Zeilensynchronisationsimpulse triggern. In der TV-Triggerbetriebsart **All Lines** triggert das Oszilloskop auf alle horizontalen Synchronisationsimpulse.

1 Drücken Sie die Triggertaste **More** und dann den Softkey **TV**.

2 Drücken Sie den Softkey **Settings** und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Standard** die gewünschte TV-Norm.

3 Drücken Sie den Softkey **Mode** und wählen Sie **All Lines**.

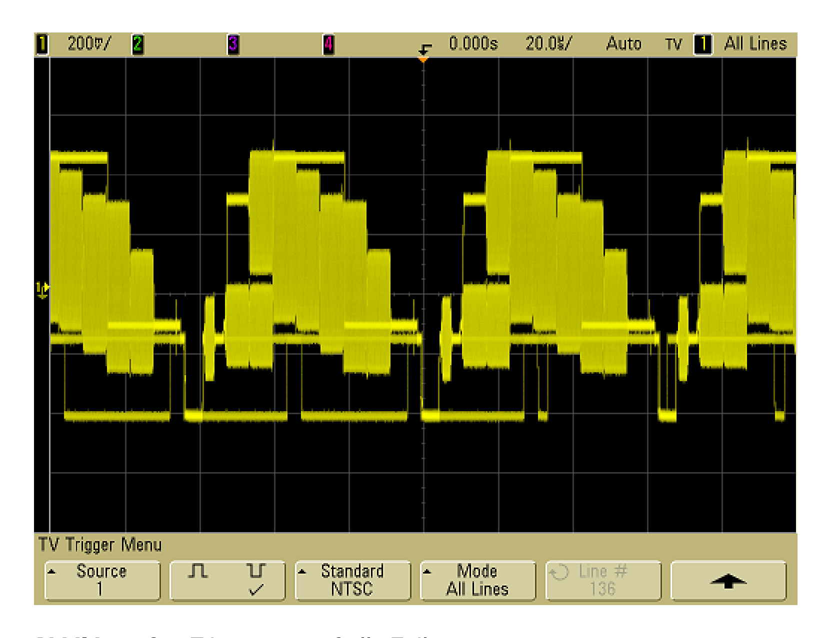


Abbildung 9 Triggerung auf alle Zeilen

Triggerung auf ein bestimmtes Teilbild des Videosignals

Wenn Sie die Komponenten eines Videosignals analysieren möchten, triggern Sie auf das Teilbild 1 oder 2 (für Zeilensprung-Normen verfügbar). Wenn dann ein bestimmtes Teilbild ausgewählt wird, triggert das Oszilloskop auf die positive Flanke des ersten Sägezahnimpulses im Vertikal-Synchronisationsintervall dieses Teilbildes (1 oder 2).

1 Drücken Sie die Triggertaste **More** und dann den Softkey **TV**.

2 Drücken Sie den Softkey **Settings** und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Standard** die gewünschte TV-Norm.

3 Drücken Sie den Softkey **Mode** und wählen Sie **Field1** oder **Field2** aus.

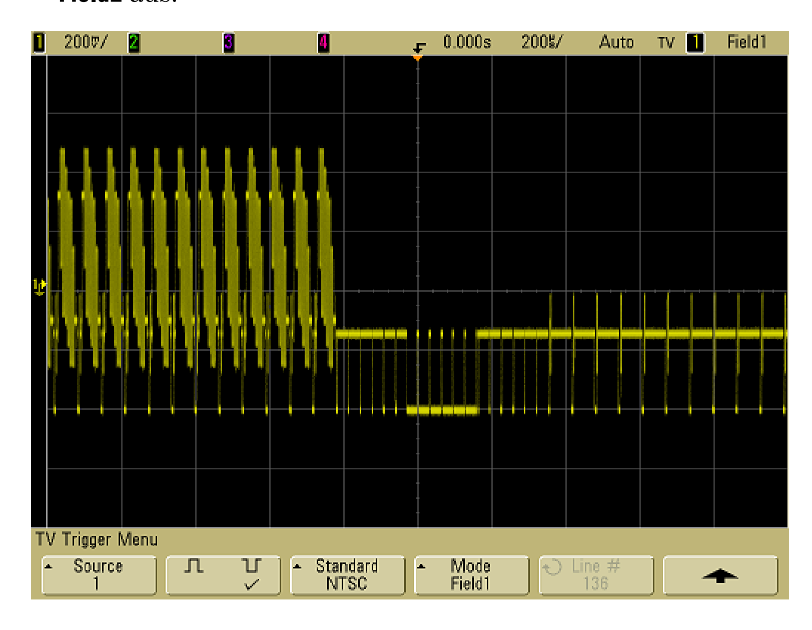


Abbildung 10 Triggerung auf Teilbild 1

Triggerung auf alle Teilbilder des Videosignals

Um schnell Teilbild-Übergänge anzuzeigen oder Amplitudenunterschiede zwischen den Teilbildern festzustellen, verwenden Sie die Triggerbetriebsart „All Fields“.

1 Drücken Sie die Triggertaste **More** und dann den Softkey **TV**.

2 Drücken Sie den Softkey **Settings** und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Standard** die gewünschte TV-Norm.

3 Drücken Sie den Softkey **Mode** und wählen Sie **All Fields**.

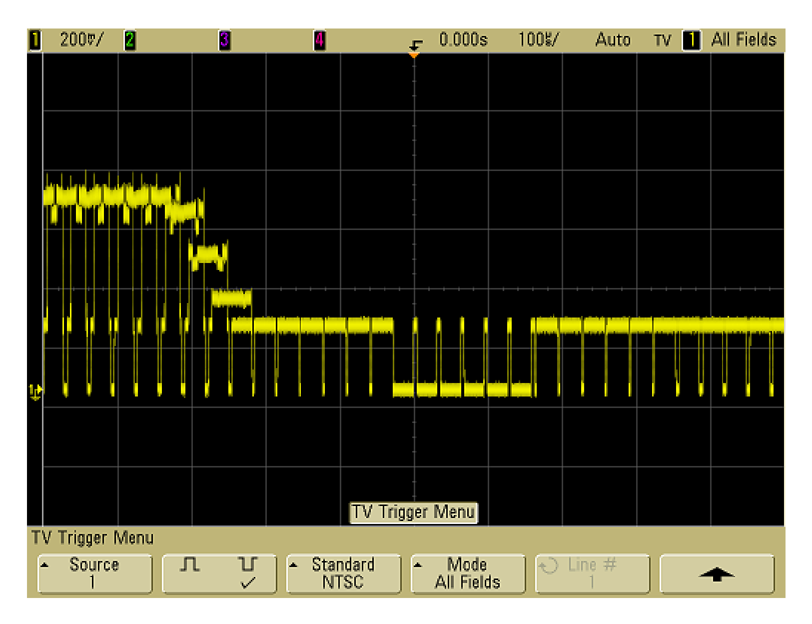


Abbildung 11 Triggerung auf alle Teilbilder

Triggerung auf Teilbilder mit ungerader oder gerader Nummer

Wenn Sie die Hüllkurve eines Videosignals analysieren oder die „Worst-Case“-Verzerrungen messen möchten, konfigurieren Sie das Oszilloskop für Triggerung auf die ungeraden oder geraden Teilbilder. Wenn Sie „Field 1“ wählen, triggert das Oszilloskop auf die Farbteilbilder 1 oder 3. Wenn Sie „Field 2“ wählen, triggert das Oszilloskop auf die Farbteilbilder 2 oder 4.

1 Drücken Sie die Triggertaste **More** und dann den Softkey **TV**.
2 Drücken Sie den Softkey **Settings** und wählen Sie anschließend mit dem Softkey **Standard** die gewünschte TV-Norm.
3 Drücken Sie den Softkey **Mode** und wählen Sie **Field1** oder **Field2** aus.

Das Triggersystem identifiziert das Teilbild anhand des Beginns des Vertikal-Synchronisationsimpulses. Diese Definition eines Teilbildes berücksichtigt jedoch nicht die Phase des Referenz-Hilfsträgers. Wenn „Field 1“ gewählt wurde, findet das Triggersystem alle Teilbilder, bei denen der Vertikal-Synchronisationsimpuls in Zeile 4 beginnt. Bei einem NTSC-Signal triggert das Oszilloskop abwechselnd auf die Farbteilbilder 1 und 3 (siehe nachfolgende Abbildung). Mit dieser Konfiguration können Sie die Hüllkurve des Referenz-Hilfsträgers messen.

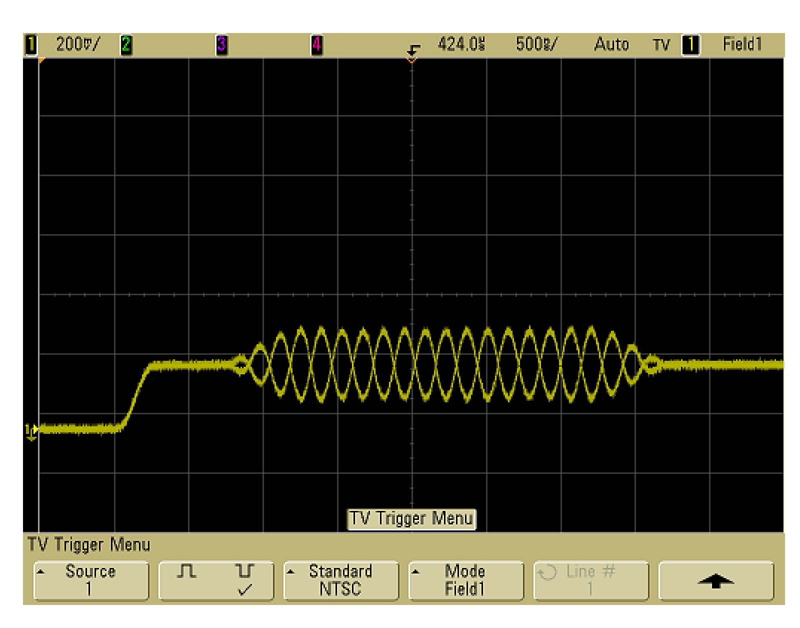


Abbildung 12 Abwechselnde Triggerung auf die Farbteilbilder 1 und 3

Wenn eine genauere Analyse erforderlich ist, sollte nur auf ein einziges Farbteilbild getriggert werden. Verwenden Sie hierzu den Softkey **TV Holdoff** im Triggermenu „More“. Achten Sie darauf, dass der Triggertyp auf **TV** eingestellt ist. Drücken Sie den Softkey **TV Holdoff** und passen Sie den „Holdoff“-Wert stufenweise mit dem Eingabedrehknopf solange an, bis das Oszilloskop nur auf eine Burstphase triggert.

Um die andere Phase schnell zu synchronisieren, können Sie das Signal kurzzeitig ein- und ausschalten. Diese Prozedur wird so lange wiederholt, bis die richtige Phase angezeigt wird.

Beim Anpassen des „Holdoff“-Wertes mit dem Softkey **TV Holdoff** und dem Eingabedrehknopf wird die entsprechende „Holdoff“-Zeit im Menü **Mode/Coupling** angezeigt.

Tabelle 8 Holdoff-Zeit - Teilbild

Norm	Zeit
NTSC	8.35 ms
PAL	10 ms
PAL-M	10 ms
SECAM	10 ms
Generic	8.35 ms
EDTV 480p/60	8.35 ms
HDTV 720p/60	8.35 ms
HDTV 1080p/24	20.835 ms
HDTV 1080p/25	20 ms
HDTV 1080i/50	10 ms
HDTV 1080i/60	8.35 ms

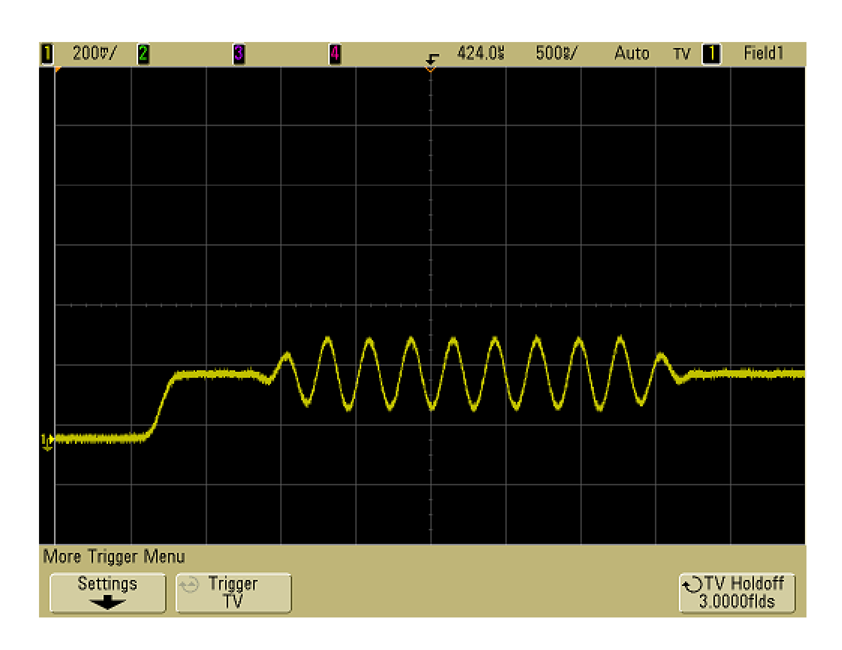
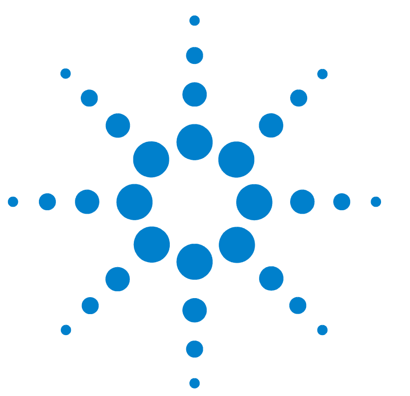


Abbildung 13 TV-Holdoff synchronisiert auf Farbteilbild 1 oder 3 (Betriebsart „Field 1“)

Buchse „Trig Out“

Jedes Mal, wenn das Oszilloskop triggert, gibt es über die rückseitige Buchse „TRIG OUT“ eine positive Flanke aus. Die positive Flanke dieses Impulses ist gegenüber dem Triggerpunkt des Oszilloskops um etwa 17 ns verzögert. Der Ausgabepegel in den offenen Schaltkreis beträgt 0-5 V bzw. 0-2,5 V in 50 Ω.

Über die „Trigger-Out“-Buchse kann auch das Signal „User Cal“ genutzt werden. Siehe hierzu „Benutzerdefinierte Kalibrierung“ auf Seite 87.



4
Durchführung von Messungen

Verarbeitung nach dem Erfassen

Nach einer Erfassung können Sie nicht nur die Displayparameter ändern, sondern auch sämtliche Messungen und mathematischen Funktionen ausführen. Eine Neuberechnung der Messungen und mathematischen Funktionen findet statt, wenn die „Pan"- und „Zoom"-Funktion ausgeführt oder Kanäle ein- und ausgeschaltet werden. Wenn ein Signal mit dem Zeitablenkungs-Drehknopf horizontal verschoben oder mit dem „Volts/Division"-Drehknopf vertikal vergrößert oder verkleinert wird, wirkt sich dies auf die Display-Auflösung aus. Da Messungen und mathematische Funktionen für angezeigte Daten ausgeführt werden, ändert sich die Auflösung von Funktionen und Messungen.

Horizontal-Betriebsart XY verwenden

In der Horizontal-Betriebsart „XY“ wird eine Volt/Zeit-Anzeige in eine Volt/Volt-Anzeige mit zwei Eingangskanälen umgewandelt. Die X-Achse ist dem Eingangssignal von Kanal 1 und die Y-Achse dem Eingangskanal von Kanal 2 zugeordnet. Außerdem können für die Anzeige Wandler verwendet werden, um die Abhängigkeiten zwischen Spannung/Verschiebung, Ströme/Druck, Volt/Strom oder Spannung/Frequenz anzuzeigen. Dieses Beispiel zeigt eine typische Verwendung der Betriebsart „XY“, nämlich die Messung der Phasendifferenz zwischen zwei Signalen gleicher Frequenz nach dem Lissajous-Verfahren.

1 Schließen Sie ein Sinussignal an Kanal 1 an und ein weiteres Sinussignal gleicher Frequenz, aber unterschiedlicher Phase, an Kanal 2.

2 Drücken Sie die Taste **AutoScale**, die Taste **Main/Delayed** und dann den Softkey **XY**.

3 Zentrieren Sie das dargestellte Signal mithilfe der Position-Drehknöpfe (▲▼) für Kanal 1 und 2. Erweitern Sie das Signal mithilfe der Drehknöpfe Kanal 1 und 2 Volt/div und der Softkeys für Kanal 1 und 2 **Vernier** so, dass es den Bildschirm fast vollständig ausfüllt.

   Der Phasendifferenzwinkel (θ) kann nach folgender Formel berechnet werden (vorausgesetzt die Amplitude ist in beiden Kanälen gleich):

   $$\sin\theta = \frac{A}{B} \text{ or } \frac{C}{D}$$

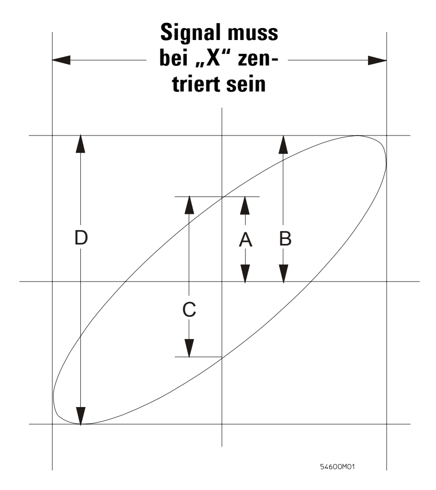


Abbildung 14 Beispiel für zentrierte Signaldarstellung



Abbildung 15 Zentrierte Signaldarstellung

4 Drücken Sie die Taste **Cursors**.

5 Stellen Sie den Y2-Cursor auf den obersten Signalwert und Y1 auf den untersten Signalwert ein.

Notieren Sie den im unteren Bereich angezeigten Wert ΔY. In diesem Beispiel wurden Y-Cursor verwendet. Sie können stattdessen jedoch auch X-Cursor verwenden.

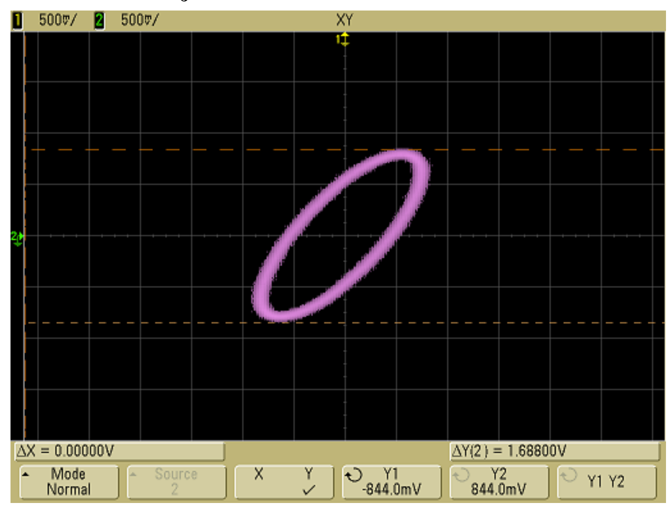


Abbildung 16 Cursor sind auf das angezeigte Signal eingestellt.

6 Setzen Sie die Cursor Y1 und Y2 auf den Schnittpunkt des Signals und der Y-Achse.

Notieren Sie auch hier den Wert ΔY.

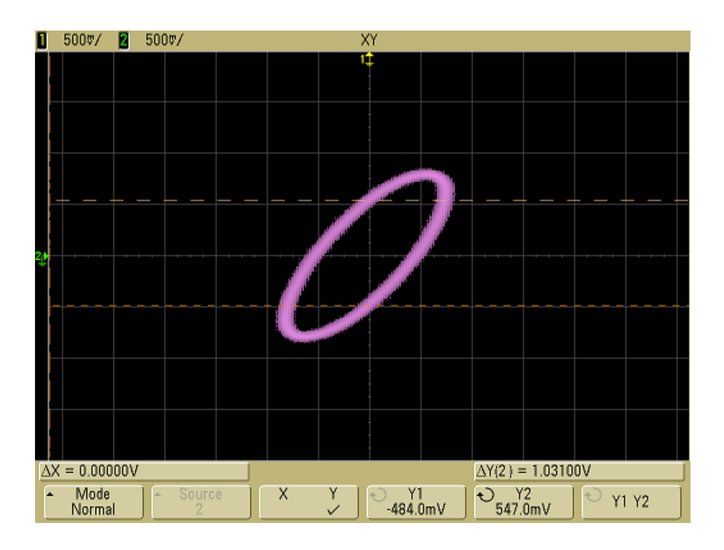


Abbildung 17 Cursor auf Signalmitte

7 Berechnen Sie die Phasendifferenz nach folgender Gleichung:

$$\sin\theta = \frac{\text{second } \Delta Y}{\text{first } \Delta Y} = \frac{1{,}031}{1{,}688}\ ;\ \theta = 37{,}65 \text{ degrees of phase shift}$$

Eingang Z-Achse in der Betriebsart XY (Dunkeltastung)

In der Betriebsart „XY" ist die Zeitbasis abgeschaltet. Kanal 1 ist der Eingang der X-Achse, Kanal 2 der Eingang der Y-Achse und Kanal 4 (oder der externe Trigger bei 2-Kanal-Modellen) ist der Eingang der Z-Achse. Wenn Sie nur die Anteile des Y/X-Displays anzeigen mochten, verwenden Sie den Eingang der Z-Achse. Die Z-Achse schaltet die Messkurve ein und aus (bei Analog-Oszilloskopen wird diese Z-Achse Dunkeltastung genannt, da sie die Strahlen ein- und ausschaltet). Ist Z niedrig (<1,4 V), wird Y-X angezeigt; ist Z hoch (>1,4 V), wird die Messkurve abgeschaltet.

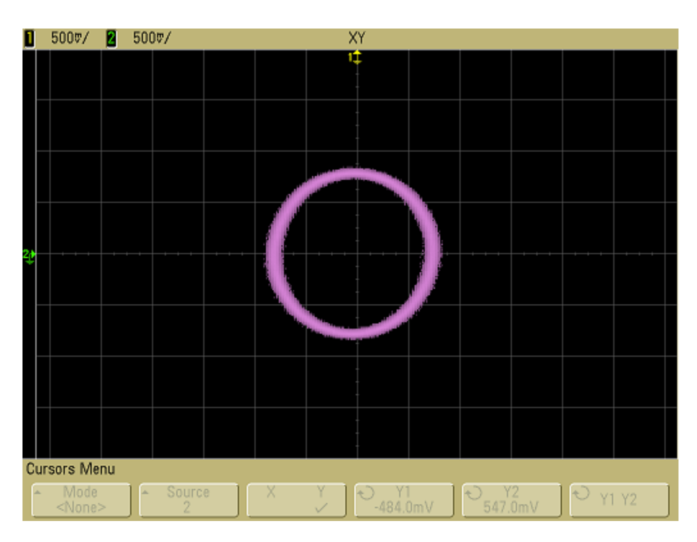


Abbildung 18 Die Signale liegen mit einem Wert von 90 außerhalb der Phase

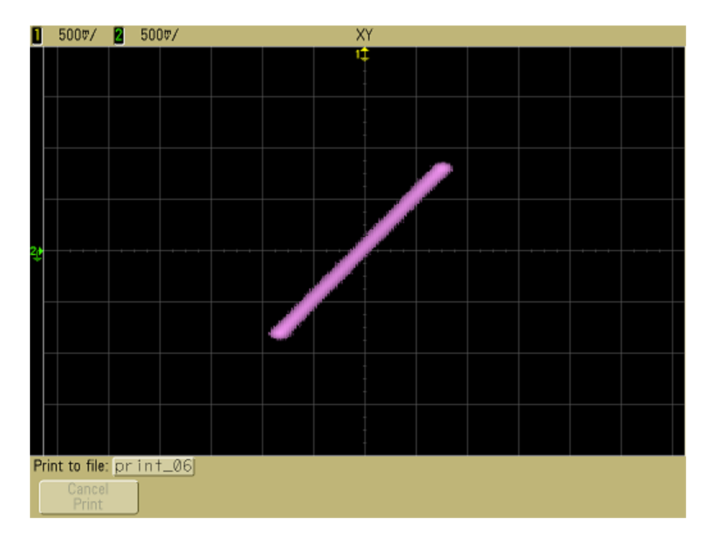


Abbildung 19 Signale sind innerhalb der Phase

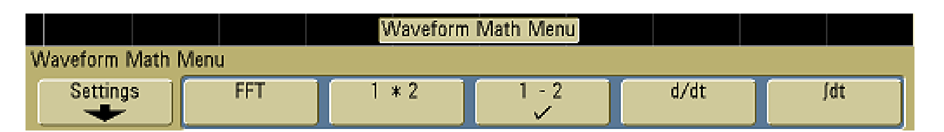
Mathematische Funktionen

Das Menü „Math“ bietet Zugriff auf folgende mathematische Funktionen für die Oszilloskop-Kanäle. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- Subtraktion (–) oder Multiplikation (*) von Signalen, die auf den Kanälen 1 und 2 des Oszilloskops erfasst wurden und Anzeigen des Ergebnisses.
- Integration, Differentiation oder FFT-Transformationen eines Signals in einem beliebigen Kanal oder des Ergebnisses einer der mathematischen Funktionen 1 * 2, 1 – 2 oder 1 + 2.

Mathematische Funktionen aufrufen

1 Drücken Sie auf der Frontplatte auf die Taste **Math**, um das Menü „Math“ anzuzeigen. Nach Auswahl einer mathematischen Funktion drücken Sie den Softkey **Settings**, um die Display-Einstellungen anzuzeigen, sofern Sie die Y-Skalierung ändern möchten.



Hinweise zur Anwendung der mathematischen Funktionen

Falls der Oszilloskop-Kanal oder die mathematische Funktion abgeschnitten (d. h. nicht vollständig auf dem Bildschirm dargestellt wird) werden, ist auch das Ergebnis der mathematischen Funktion abgeschnitten.

Wenn die Funktion angezeigt wird, kann der Oszilloskop-Kanal abgeschaltet werden, um das Ergebnis besser sehen zu können.

Bei Bedarf können Sie die Vertikal-Skalierung und den Offset für mathematische Funktionen an Ihre individuellen Anforderungen anpassen.

In den Menüs Cursors und Quick Meas kann jede Funktion gemessen werden.

Skalierung und Offset mathematischer Funktionen

Alle mathematischen Funktionen können manuell skaliert werden. Drücken Sie hierzu den Softkey **Settings** und passen Sie dann den Wert „Scale" oder „Offset“ an.

> **Die Funktionen „Math Scale“ und „Offset“ werden automatisch eingestellt.**
>
> Bei jeder Änderung der aktuell angezeigten Definition der mathematischen Funktion, wird diese automatisch für eine optimale Vertikal-Skalierung und einen optimalen Offset skaliert. Erfolgt die Einstellung der Skalierung oder des Offsets manuell, wählen Sie eine neue Funktionen und dann die Originalfunktion, um diese automatisch neu zu skalieren.

1 Drücken Sie im Menü „Math“ den Softkey **Settings**, um benutzerdefinierte Skalierungsfaktoren (Einheiten/Division) oder einen Offset (Einheiten) für die ausgewählte mathematische Funktion einzustellen.

Mit dem Softkey **Probe Units** kann der Eingangskanal auf Volt oder Amp eingestellt werden. Skalierungs- und Offset-Einheiten sind:

Mathematische Funktion	Einheiten
FFT	dB* (Dezibel)
1*2	V^2, A^2 oder W (Volt-Amp)
1-2	V oder A
d/dt	V/s oder A/s (V/Sekunde oder A/Sekunde)
∫ dt	V oder A (V-Sekunden oder A-Sekunden)

* Handelt es sich bei der FFT-Quelle um Kanal 1, 2, 3 oder 4, werden die FFT-Einheiten in dBV angezeigt, sofern die Kanaleinheiten auf Volt und die Kanalimpedanz auf 1 MΩ eingestellt sind. Sind die Kanaleinheiten auf Volt und die Kanalimpedanz auf 50Ω eingestellt, werden die FFT-Einheit in dBm angezeigt. Für alle anderen FFT-Quellen oder in Fällen, in denen die Quellenkanaleinheiten auf Amp eingestellt wurden, werden die FFT-Einheiten in dB angezeigt.

Für die mathematische Funktion 1-2 und für d/dt wird eine Skalierungseinheit von **U** (nicht definiert) angezeigt. Lautet die ausgewählte Quelle Kanal 1 und Kanal 2 lautet die Anzeige ∫ dt, sofern mit dem Softkey **Probe Units** verschiedene Einheiten ausgewählt wurden.

2 Drücken Sie den Softkey **Scale** oder den Softkey **Offset** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um den Offset-Wert der mathematischen Funktion neu zu skalieren oder zu ändern.

Multiplikation

Bei einer Auswahl von **1 * 2** werden die Spannungswerte von Kanal 1 und 2 Punkt-für-Punkt multipliziert und das Ergebnis wird angezeigt. 1 * 2 ist nützlich zur Anzeige der Beziehungen zwischen den Strommengen, wenn sich einer der Kanäle proportional zum Strom verhält.

1 Drücken Sie die Taste **Math**, dann die Softkeys **1 * 2** und **Settings**, um die Skalierung oder den Offset für die Multiplizierungsfunktion zu ändern.

   - **Scale** - Einstellen von benutzerdefinierten vertikalen Skalierungsfaktoren für die Multiplikation, dargestellt als V^2/div (Volt im Quadrat/Division), A^2/div (Amp im Quadrat/Division) oder W/div (Watt/Division oder Volt-Amp/Division). Die Einheiten werden im Menü **Probe** eingestellt. Drücken Sie den Softkey **Scale** und drehen Sie dann den Eingabedrehknopf, um 1 * 2 neu zu skalieren.
   - **Offset** - Einstellen von benutzerdefinierten Offset-Werten für die Multiplikationsfunktion. Der Offset-Wert beträgt V^2 (Volt im Quadrat), A^2 (Amp im Quadrat) oder W (Watt) und wird auf der horizontalen Gitterrasterlinie angezeigt. Drücken Sie den Softkey **Offset** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um den Offset für 1 * 2 zu ändern.

Die nachfolgende Abbildung zeigt ein Beispiel für eine Multiplikation.

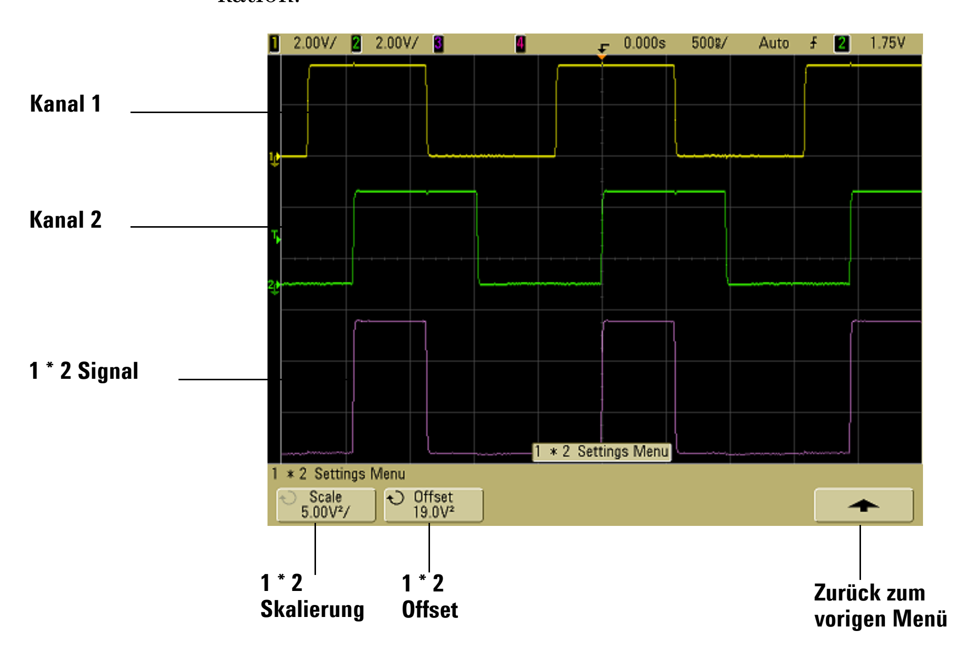


Abbildung 20 Multiplikation

Subtraktion

Bei einer Auswahl von **1 – 2** werden die Kanal 2-Spannungswerte von den Kanal 1-Spannungswerten Punkt-für-Punkt subtrahiert und das Ergebnis wird angezeigt.

Sie können die Funktion 1 – 2 für Differenzmessungen oder zum Vergleichen von Signalen benutzen. Wenn der DC-Offset des Signals den Dynamikbereich des Oszilloskop-Eingangskanals überschreitet, muss ein gültiger Differentialtastkopf verwendet werden.

Wenn Sie die Kanäle 1 und 2 addieren möchten, wählen Sie im Menü „Channel 2" **Invert** und aktivieren Sie die mathematische Funktion 1 – 2.

1 Drücken Sie die Taste **Math** und dann die Softkeys **1 – 2** und **Settings**, um die Skalierung oder den Offset der Subtraktionsfunktion zu ändern.

    - **Scale** - Einstellen von benutzerdefinierten vertikalen Skalierungsfaktoren für die Subtraktion, angezeigt in V/div (Volt/Division) oder A/div (Amp/Division). Die Einheiten werden im Menü **Probe** eingestellt. Drücken Sie den Softkey **Scale** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Skalierung für 1 – 2 ein.
    - **Offset** - Einstellen eines angepassten Offset-Wertes für die mathematische Funktion 1 – 2. Der Offset-Wert wird mithilfe der mittig angezeigten horizontalen Gitterrasterlinie in Volt oder Amp angezeigt. Drücken Sie den Softkey **Offset** und drehen Sie den Eingabedrehknopf, um den Offset für 1 – 2 zu ändern.

    Wenn mithilfe des Softkeys **Probe Units** verschiedene Einheiten für Kanal 1 und 2 eingestellt wurden, wird für die Skalierung und den Offset eine Skalierungseinheit von **U** (nicht definiert) angezeigt.

Die nachfolgende Abbildung zeigt ein Beispiel für eine Subtraktion.

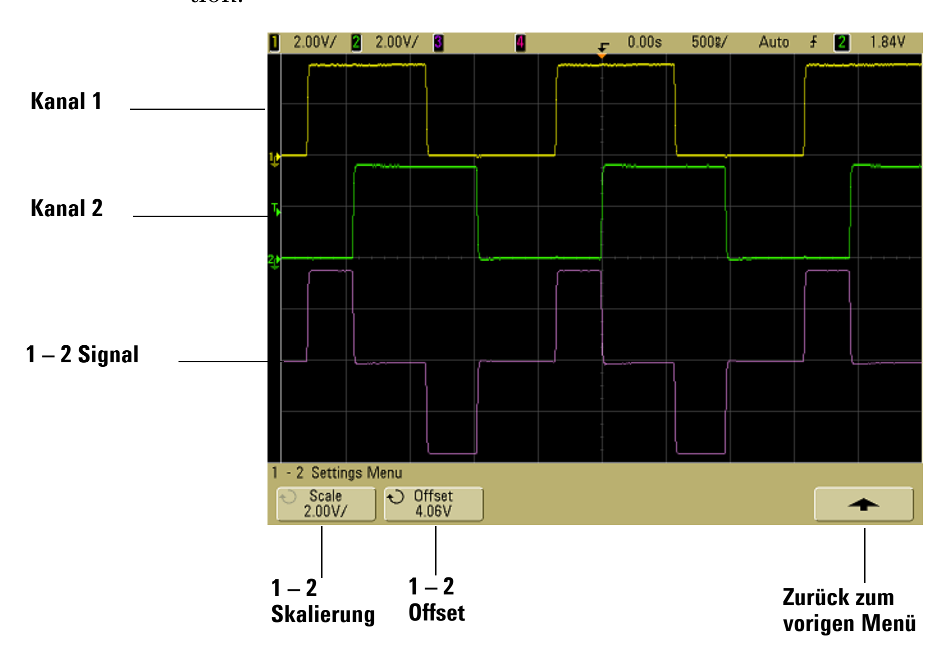


Abbildung 21 Subtraktion

Differentiation

Die Funktion **d/dt** (Differentiation) berechnet die erste Ableitung der Spannung nach der Zeit. Sie können diese Funktion dazu benutzen, die Steilheit eines Signals zu messen. Mithilfe der Differentiationsfunktion können Sie beispielsweise die Anstiegsgeschwindigkeit eines Operationsverstärkers bestimmen.

Da die Differentiation sehr empfindlich gegenüber Rauschen ist, empfiehlt es sich, die Erfassungsbetriebsart im Menü **Acquire** auf **Averaging** einzustellen.

Die Funktion **d/dt** zeichnet die Abweichung der ausgewählten Quelle mit der Formel „durchschnittliche Flanke geschätzt mit 4 Punkten“ auf.

$$d_i = \frac{y_{i+4} + 2y_{i+2} - 2y_{i-2} - y_{i-4}}{8\Delta t}$$

Wobei

d = Differentialsignal
y = Kanal 1, 2 oder Funktion 1 + 2, 1 – 2 und 1 * 2 Datenpunkte
i = Datenpunktindex
Δt = Zeitdifferenz zwischen den Datenpunkten

In der Betriebsart der verzögerten Zeitbasis (Delayed Sweep) wird die Funktion d/dt nicht im Bereich „Delayed“ angezeigt.

1 Drücken Sie die Taste **Math** und danach die Softkeys **d/dt** und **Settings**, um die Quelle, die Skalierung oder den Offset der Differentialfunktion zu ändern.
   - **Source** - Auswählen der Datenquelle für d/dt. Die Datenquelle kann ein beliebiger Oszilloskop-Kanal oder die mathematischen Funktionen 1 + 2, 1 – 2 und 1 * 2 sein.
   - **Scale** - Einstellen von benutzerdefinierten vertikalen Skalierungsfaktoren für d/dt, ausgedrückt in Einheiten/Sekunden/Division, wobei die Einheiten V (Volt), A (Amp) oder W (Watt) lauten können. Die Einheiten werden im Menü **Probe** eingestellt. Drücken Sie den Softkey **Scale** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Skalierung für d/dt ein.
   - **Offset** - Einstellen von benutzerdefinierten Offset-Werten für die mathematische Funktion dV/dt. Der Offset-Wert wird in Einheiten/Sekunden angegeben, wobei als Einheiten V (Volt), A (Amp) oder W (Watt) möglich sind. Er wird dann in der mittleren horizontalen Gitterrasterlinie angezeigt. Drücken Sie den Softkey **Offset** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf den Offset für d/dt ein.

Wenn mithilfe des Softkeys **Probe Units** verschiedene Einheiten für Kanal 1 und 2 eingestellt wurden und die ausgewählte Datenquelle 1-2 oder 1+2 lautet, wird für die Skalierung und den Offset eine Skalierungseinheit von **U** (nicht definiert) angezeigt.

Die nachfolgende Abbildung zeigt ein Beispiel für eine Differentiation.

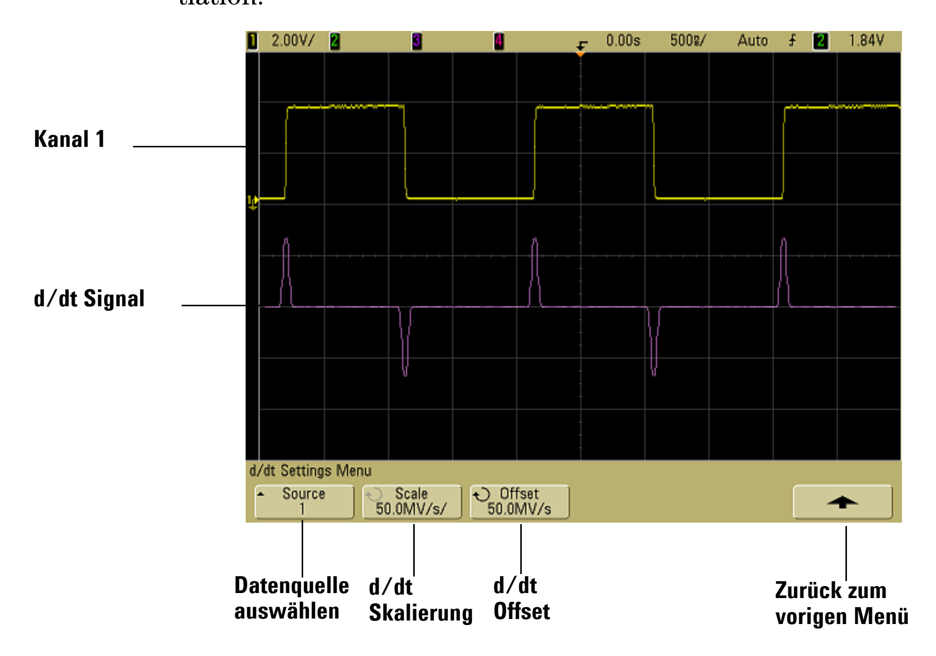


Abbildung 22 Differentiation

Integration

∫ dt (Integrationsfunktion) berechnet das Integral der ausgewählten Datenquelle. Mit der Integrationsfunktion kann die Energie des Impulses in Volt-Sekunden berechnet oder die Fläche unterhalb eines Signals gemessen werden.

∫ dt zeichnet das Integral der Datenquelle nach der „Trapezregel“ auf. Die Gleichung lautet:

$$I_n = c_o + Dt \sum_{i=0}^{n} y_i$$

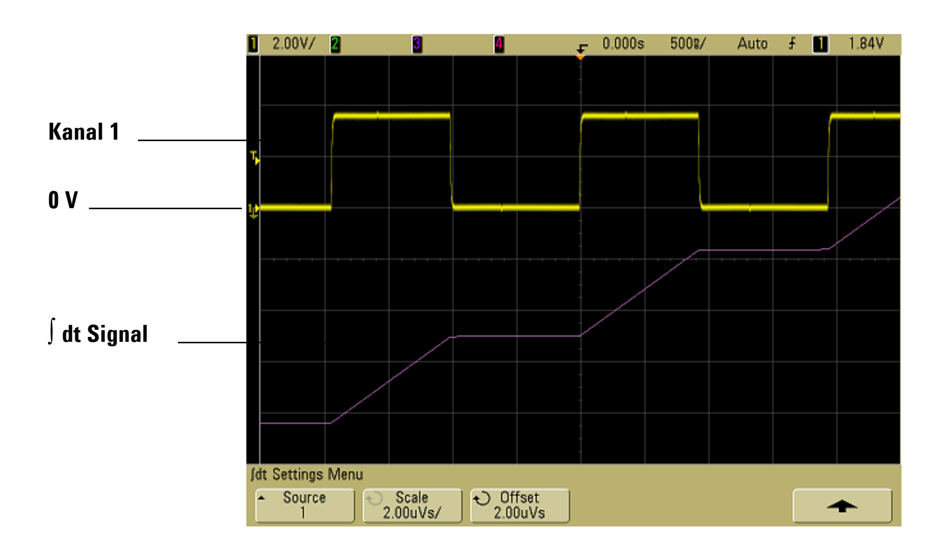
Wobei

I = Integriertes Signal
Δt = Zeitdifferenz zwischen den Datenpunkten
y = Kanal 1, 2 oder Funktion 1 + 2, 1 – 2 und 1 * 2 Datenpunkte
c_o = beliebig wählbare Konstante
i = Datenpunktindex

In der Betriebsart der verzögerten Zeitbasis (Delayed Sweep) wird die Funktion ∫ dt nicht im Bereich „Delayed“ angezeigt.

1 Drücken Sie die Taste **Math** und dann die Softkeys **∫ dt** und **Settings**, um die Quelle, die Skalierung oder den Offset der Integrationsfunktion zu ändern.

   - **Source** - Auswählen der Datenquelle für ∫ dt. Bei der Datenquelle kann es sich um einen beliebigen Oszilloskop-Kanal oder die mathematischen Funktionen 1 + 2, 1 – 2 und 1 * 2 handeln.
   - **Scale** - Einstellen von benutzerdefinierten vertikalen Skalierungsfaktoren für ∫ dt, ausgedrückt in Einheiten-Sekunden/Division, wobei die Einheiten V (Volt), A (Amp) oder W (Watt) lauten können. Die Einheiten werden im Menü **Probe** eingestellt. Drücken Sie den Softkey **Scale** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Skalierung ∫ dt ein.
   - **Offset** - Einstellen von benutzerdefinierten Offset-Werten für die mathematische Funktion ∫ Vdt. Der Offset-Wert wird in Einheiten-Sekunden angegeben, wobei als Einheiten V (Volt), A (Amp) oder W (Watt) möglich sind. Er wird dann durch die mittlere horizontale Gitterrasterlinie angezeigt. Drücken Sie den Softkey **Offset** und ändern Sie mit dem Eingabedrehknopf den Offset für ∫ dt. Die Integrationsrechnung verhält sich relativ zum Offset des Quellsignals. Folgendes Beispiel macht die Auswirkungen des Signal-Offset deutlich.



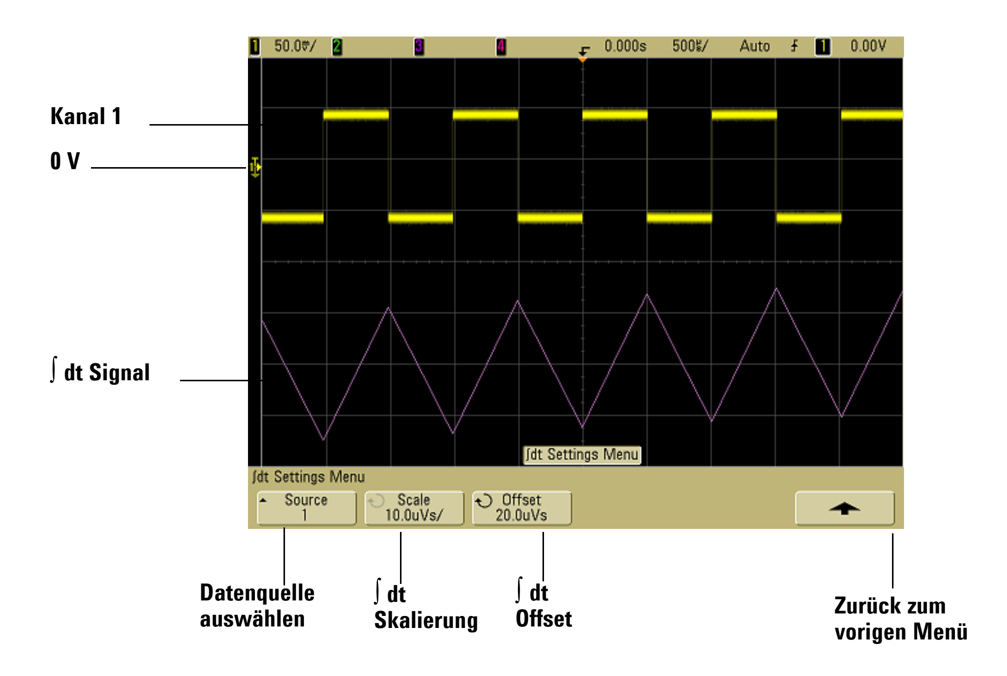


Abbildung 23 Integration und Signal-Offset

FFT-Messung

Die FFT-Funktion führt eine schnelle Fourier-Transformation auf Basis der Oszilloskop-Eingangskanäle oder der mathematischen Funktionen 1 + 2, 1 – 2 oder 1 * 2 aus. Die FFT-Funktion transformiert den digitalisierten Zeitdatensatz der festgelegten Datenquelle in eine Frequenzdomäne. Mit der FFT-Funktion wird das FFT-Spektrum auf dem Oszilloskop-Display vergrößert in dBV im Vergleich zur Frequenz aufgezeichnet. Die Bezeichnung der horizontalen Achse wird von Zeit in Frequenz (Hertz) geändert und die Bezeichnung der vertikalen Achse wird von Volt zu db geändert.

Die FFT-Funktion eignet sich zur Analyse von Problemen durch Übersprechen oder Verzerrungen in analogen Signalen, hervorgerufen durch nichtlineare Verstärker. Außerdem dient die Funktion zum Abgleich von Analogfiltern.

FFT-Einheiten

0 dBV ist die Amplitude einer 1 Veff-Sinuskurve. Handelt es sich bei der FFT-Datenquelle um Kanal 1 oder 2 (oder bei 4-Kanal-Modellen um Kanal 3 oder 4) werden die FFT-Einheiten in dBV angezeigt, sofern die Kanaleinheiten auf Volt und die Kanalimpedanz auf 1 MΩ eingestellt sind.

Sind die Kanaleinheiten auf Volt und die Kanalimpedanz auf 50Ω eingestellt, werden die FFT-Einheit in dBm angezeigt.

Für alle anderen FFT-Datenquellen oder in Fällen, in denen die Kanaleinheiten der Datenquelle auf Amp eingestellt wurden, werden die FFT-Einheiten in dB angezeigt.

DC-Wert

Der von der FFT-Funktion gelieferte DC-Wert ist im allgemeinen falsch. Der Offset in der Bildschirmmitte wird nicht berücksichtigt. Der DC-Wert wird deshalb nicht korrigiert, damit auch Frequenzkomponenten nahe bei DC korrekt dargestellt werden.

Aliasing

Bei FFT-Messungen muss das Frequenz-Aliasing berücksichtigt werden. Dies setzt voraus, dass der Betreiber über die erforderlichen Inhalte der Frequenzdomäne informiert ist. Außerdem müssen für die FFT-Messung die Abtastgeschwindigkeit, die Messbandbreite und die Vertikal-Bandbreite des Oszilloskops berücksichtigt werden. Die FFT-Abtastgeschwindigkeit wird im FFT-Menü oberhalb der Softkeys angezeigt.

Aliasing-Signale entstehen, wenn das Signal Komponenten enthält, deren Frequenz höher ist als die halbe Abtastgeschwindigkeit. Da das FFP-Spektrum durch diese Frequenz begrenzt ist, werden alle weiteren höheren Komponenten mit einer niedrigeren (Aliasing) Frequenz angezeigt.

Die folgende Abbildung verdeutlicht die Aliasing-Funktion. Es ist ein Spektrum eines 990 Hz Rechtecksignals zu sehen, das zahlreiche Oberwellen enthält. Die FFT-Abtastgeschwindigkeit ist auf 100 kSa/s eingestellt und das Oszilloskop zeigt das Spektrum an. Das angezeigte Signal zeigt die Komponenten des Eingangssignals an, die oberhalb der Nyquist-Frequenz liegen und die im Display gespiegelt (Aliasing) und an der rechten Flanke ausgeblendet werden.

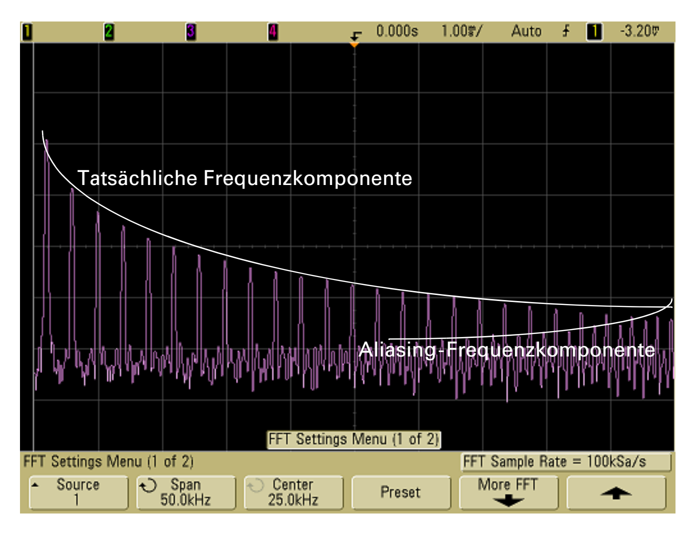


Abbildung 24 Aliasing

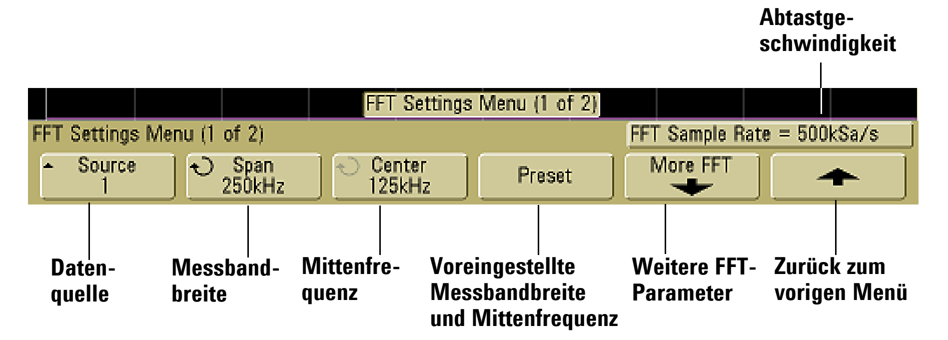
Die Messbandbreite reicht von ≈ 0 bis zur Nyquist-Frequenz liegt. Zur Vermeidung von Aliasing-Effekten sollte die Messbandbreite größer sein als die Frequenz der höchsten signifikanten Signalkomponente des Eingangssignals.

Spektrale Verbreiterung

Die FFT-Operation setzt einen periodischen Zeitdatensatz voraus. Diese Bedingung ist nur dann erfüllt, wenn der Zeitdatensatz exakt eine ganzzahlige Anzahl von Signalzyklen enthält. Ist dies nicht der Fall, so tritt am Ende des Zeitdatensatzes eine Unstetigkeit auf. Diese Unstetigkeit wird auch als Verbreiterung bezeichnet. Zur Minimierung der spektralen Verbreiterung werden die Fenster, die am Anfang und Ende des Signals nahe 0 liegen, als FFT-Filter verwendet. Im Menü „FFT“ sind drei Fensterfunktionen verfügbar: „Hanning“, „Flattop“ und „Rectangular“. Weitere Informationen finden Sie in dem Agilent Applikationsbericht Nr. 243 – „The Fundamentals of Signal Analysis“ (auf Deutsch erschienen als „Grundlagen der dynamischen Signalanalyse“) unter http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf.

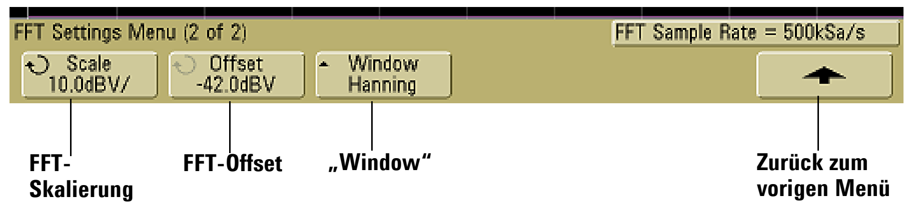
FFT-Operation

1 Drücken Sie die Taste **Math** und dann die Softkeys **FFT** und **Settings**, um das „FFT“-Menü anzuzeigen.



- **Source** - Auswahl der Datenquelle für die FFT-Operation. Die Datenquelle kann ein beliebiger Oszilloskop-Kanal oder das Ergebnis einer der mathematischen Funktionen 1 + 2, 1 – 2 und 1 * 2 sein.
- **Span** - Konfiguration der gesamten Breite des angezeigten FFT-Spektrums (von links nach rechts). Dividieren Sie zur Berechnung der Hertz pro Division den Bereich durch 10. Sie können eine Messbandbreite einstellen, die größer ist als die höchste im Signal enthaltene Frequenzkomponente. In diesem Fall füllt das angezeigte Spektrum nicht den gesamten Bildschirm aus. Drücken Sie den Softkey **Span** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Messbandbreite ein.
- **Center** - Einstellen der Frequenz des FFT-Spektrums, das an der mittleren vertikalen Gitterrasterlinie angezeigt wird. Sie können eine Mittenfrequenz einstellen, die kleiner ist als die halbe Messbandbreite oder größer als die höchste im Signal enthaltene Frequenzkomponente. In diesem Fall füllt das angezeigte Spektrum nicht das gesamte Display aus. Drücken Sie den Softkey **Center** und legen Sie mit dem Eingabedrehknopf den gewünschten mittigen Frequenzbereich fest.
- **Preset** - Einstellen der Messbandbreite und der Mittenwerte so, dass das gesamte verfügbare Spektrum dargestellt wird. Die maximal verfügbare Frequenz ist gleich der halben effektiven FFT-Abtastgeschwindigkeit. Hier handelt es sich um eine Zeitfunktion pro Divsionseinstellung. Die aktuelle FFT-Abtastgeschwindigkeit wird oberhalb der Softkeys angezeigt.

2 Wenn Sie den Softkey "More FFT" drücken, erscheinen weitere Softkeys mit FFT-spezifischen Funktionen.



- **Scale** - Einstellen einer benutzerdefinierten Verikal-Skalierung für die FFT-Funktionen. Die Einheit ist dB/div (Dezibel/Division). Drücken Sie den Softkey **Scale** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Skalierung für die mathematische Funktion ein.
- **Offset** - Einstellen von benutzerdefinierten Offset-Werten für die FFT-Funktion. Der Offset-Wert wird in der mittig angezeigten horizontalen Gitterrasterlinie in dB angezeigt. Drücken Sie den Softkey **Offset** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf den gewünschten Offset der mathematischen Funktion ein.

.

Überlegungen zur Skalierung und zum Offset

Falls Sie die FFT-Skalierung oder die Offset-Einstellungen nicht mithilfe des Zeitablenkungs-Drehknopfes zur horizontalen Anzeige manuell ändern möchten, werden die Messbandbreite und die Mittenfrequenz automatisch so eingestellt, dass das Spektrum vollständig dargestellt wird. Wenn Sie die Skalierung oder den Offset manuell eingestellt, bleiben die Messbandbreite und die Mittenfrequenz bei Betätigung des Zeitablenkungs-Drehknopfes unverändert. Dadurch können Sie Details im Bereich einer bestimmten Frequenz besser erkennen. Drücken Sie den Softkey FFT **Preset**, um das Signal automatisch neu zu skalieren. Die Messbandbreite und die Mittenfrequenz werden wieder automatisch der Einstellung der horizontalen Zeitablenkung angepasst.

- **Window** - Auswählen eines Fensters, zum Ausführen des FFT-Eingangssignals
- **Hanning** - Fenster zum Ausführen von genauen Frequenzmessungen oder zum Auflösen von zwei nahe aneinander liegenden Frequenzen
- **Flat Top** - Fenster zum Ausführen von amplitudengenauen Messungen an Signalspitzen
- **Rectangular** - gute Frequenzauflösung und Amplitudengenauigkeit, jedoch nur zu verwenden, wenn keine spektrale Verbreiterung auftritt. Verwenden Sie diese Fensterfunktion für „selbst-fensternde“ Signale wie z. B. Pseudo-Rauschen, Impulse, Sinus-Bursts und abklingende Sinussignale.

3 Drücken Sie zum Ausführen von Cursor-Messungen die Taste **Cursors** und stellen Sie dann den Softkey **Source** auf **Math** ein.

   Verwenden Sie für die Messung von Frequenzwerten und für zwei unterschiedliche Frequenzwerte die Cursor X1 und X2 (ΔX). Für die Messung der Amplitude in dB und der Amplitudenabweichung verwenden Sie die Cursor Y1 und Y2 (ΔY).

4 Drücken Sie zum Ausführen von sonstigen Messungen die Taste **Quick Meas** und stellen Sie dann den Softkey **Source** auf **Math** ein.

   Für FFT-Signale können Spitze-Spitze, Maximal-, Minimal- und durchschnittliche Messungen der Dezibel ausgeführt werden.

Folgendes FFT-Spektrum wurde durch die Verbindung des Frontplatten-„Probe Comp“-Signals (~1.2 kHz) mit Kanal 1 ausgewiesen. Nehmen Sie folgende Einstellungen vor: Abtastgeschwindigkeit 5 ms/div, vertikale Empfindlichkeit 500 mV/div, Einheiten/div 10 dBV, Offset -34,0 dBV, Mittenfrequenz 5,00 kHz, Messbandbreite 10,0 kHz. Wählen Sie das Fenster „Hanning“.

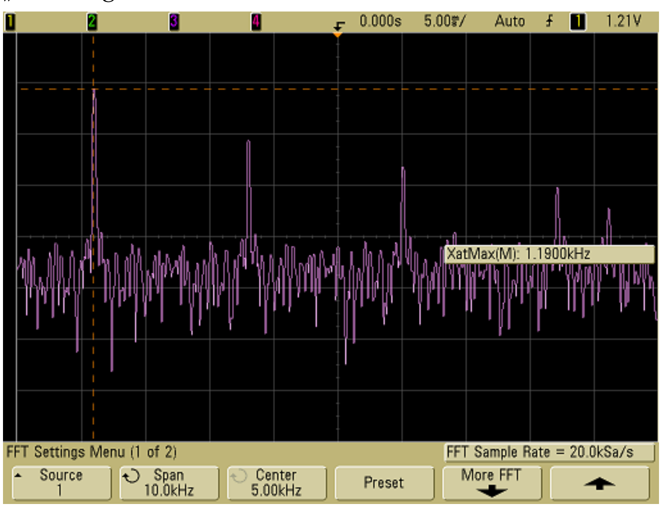


Abbildung 25 FFT-Messungen

Hinweise für FFT-Messungen

Der FFT-Datensatz enthält 1000 Punkte. Bei maximaler Messbandbreite werden alle diese Punkte angezeigt. In der FFT-Betriebsart können Sie, ähnlich wie bei einem Spektrumanalysator, mithilfe der Messbandbreite- und Mittenfrequenz-Einsteller das Signal verschieben und vergrößern, um interessierende Details genauer zu analysieren. Platzieren Sie den gewünschten Teil des Signals in die Bildschirmmitte und reduzieren Sie zur Erhöhung der Auflösung die Messbandbreite. Beim Verkleinern der Messbandbreite verringert sich die Anzahl der angezeigten Messpunkte und das Display wird vergrößert.

In der FFT-Betriebsart können Sie mit den Tasten **Math** und **Cursors** zwischen den Messfunktionen und den Steuerfunktionen der Frequenzdomäne umschalten.

Wenn die effektive Abtastgeschwindigkeit durch Auswahl einer langsameren Zeitablenkung reduziert wird, erhöht sich die Niederfrequenzauflösung im FFT-Display, aber auch die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Alias-Signalen. Die Auflösung der FFT-Funktion ist die tatsächliche Abtastgeschwindigkeit dividiert durch die Anzahl der Punkte. Die tatsächliche Display-Auflösung ist nicht so fein, da die Fensterform dem tatsächlichen Begrenzungsfaktor entspricht, der im FFT-Betrieb für die Auflösung von zwei nahe aneinander liegenden Frequenzen möglich ist. Wenn Sie testen möchten, wie gut FFT zwei nahe aneinander liegende Frequenzen aufgelöst werden können, prüfen Sie die Seitenfrequenzen eines amplitudenmodulierten Sinussignals.

Eine größtmögliche Genauigkeit für Messungen an Signalspitzen erreichen Sie wie folgt:

- Achten Sie auf eine korrekte Einstellung des Tastkopfdämpfungsfaktors. Handelt es sich bei der Quelle um einen Kanal, kann die Tastkopfdämpfung im Menü „Channel“ eingestellt werden.
- Stellen Sie die Empfindlichkeit des Quellenkanals so ein, dass das Eingangssignal fast das ganze Display ausfüllt, aber nicht abgeschnitten wird.

- Verwenden Sie die Fensterfunktion „Flat Top“.
- Stellen Sie eine hohe FFT-Empfindlichkeit ein, beispielsweise 2 dB/Division.

Die größte Frequenzgenauigkeit beim Messen von Signalspitzen erreichen Sie wie folgt:

- Verwenden Sie die Fensterfunktion „Hanning“.
- Setzen Sie einen X-Cursor auf die interessierende Frequenz.
- Passen Sie die Messbandbreite an, damit Sie den Cursor genauer positionieren können.
- Kehren Sie wieder zum Menü „Cursors“ zurück und positionieren Sie den X-Cursor so genau wie möglich.

Weitere Informationen über die Verwendung der FFT-Funktion finden Sie in dem Agilent Applikationsbericht Nr. 243 – „The Fundamentals of Signal Analysis“ (auf Deutsch erschienen als „Grundlagen der dynamischen Signalanalyse“) unter http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-8898E.pdf. Zusätzliche Informationen finden Sie auch in Kapitel 4 des Buches „Spectrum and Network Measurements” von Robert A. Witte.

Cursor-Messungen

Signaldaten können mit einem Cursor vermessen werden. Cursor sind horizontale und vertikale Marken, die X-Werte (normalerweise Zeit) und Y-Werte (normalerweise Spannung) einer bestimmten Signalquelle anzeigen. Mit dem Eingabedrehknopf kann die Position der Cursor verschoben werden. Durch Drücken der Taste **Cursors** leuchtet diese und die Cursor werden aktiviert. Zum Abschalten der Cursor drücken Sie erneut auf diese Taste (sie erlischt dann) oder die Taste **Quick Meas**.

Cursor sind nicht auf den sichtbaren Teil des Signals begrenzt. Wenn Sie einen Cursor setzen, können Sie das Signal mit den „Pan"- und „Zoom"-Funktion verschieben und vergrößern, bis der Cursor auf dem Bildschirm nicht mehr sichtbar ist. Der Wert bleibt dabei unverändert. Wird die „Pan"-Funktion erneut ausgeführt, wird der Cursor wieder an der ursprünglichen Position angezeigt.

Cursor-Messungen durchführen

Eine kurze Beschreibung zur Durchführung von Cursor-Messungen finden Sie auf Seite 77.

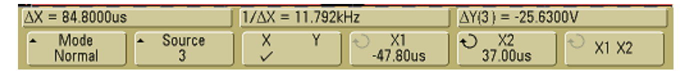
Die folgende Übung demonstriert die Verwendung der Taste **Cursors**. Cursor können zur benutzerdefinierten Anpassung von Spannungs- oder Zeitmessungen des Signals verwendet werden.

1 Schließen Sie ein Signal an das Oszilloskop an und wählen Sie eine Einstellung, bei der sich eine stabile Signaldarstellung ergibt.

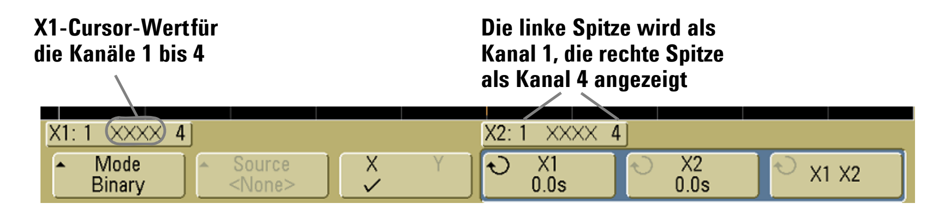
2 Drücken Sie die Taste **Cursors** und dann den Softkey **Mode**.

   Die X- und Y-Cursor-Werte werden in den Funktionsbezeichnungen der Softkeys angezeigt. Die Werte ΔX, 1/ΔX, ΔY sowie Binär- und Hexadezimalwerte werden in der Zeile oberhalb der Softkeys angezeigt. Die drei Cursor-Betriebsarten sind:

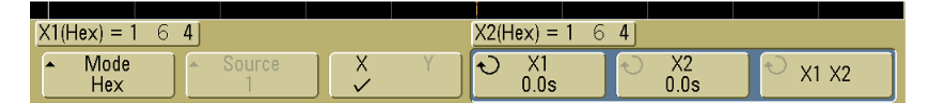
- **Normal** - Anzeige der Werte ΔX, 1/ΔX und ΔY. ΔX ist der Unterschied zwischen den Cursorn X1 und X2. ΔY ist der Unterschied zwischen den Cursorn Y1 und Y2.



- **Binary** - Binäre Logikwerte werden unmittelbar oberhalb der Softkeys für die aktuellen X1- und X2-Cursor-Positionen angezeigt.



- **Hex** - Hexadezimale Logikwerte werden unmittelbar oberhalb der Softkeys der aktuellen X1- und X2-Cursor-Positionen angezeigt.



In den Betriebsarten „Hex“ und „Binary“ können Pegel als 1 (höher als Triggerpegel), 0 (niedriger als Triggerpegel), als unbestimmter Zustand (↕) oder X (beliebig) angezeigt werden. In der Betriebsart „Binary“ wird bei abgeschaltetem Kanal X angezeigt. In der Betriebsart „Hex“ wird bei abgeschaltetem Kanal 0 angezeigt.

3. Drücken Sie den Softkey **Source**, um den Oszilloskop-Kanal oder die „Math“-Quelle auszuwählen, für die die Y-Cursor Messungen anzeigt werden.

   In der Cursor-Betriebsart **Normal** kann die Quelle ein beliebiger Oszilloskop-Kanal oder eine „Math“-Quelle sein. In der Betriebsart „Binary“ oder „Hex“ ist der Softkey **Source** deaktiviert. Dies liegt daran, dass die binären oder hexadezimalen Werte für alle Kanäle angezeigt werden.

4 Wählen Sie für eine Messung die Softkeys X und Y aus.

- **X Y** - Drücken Sie diesen Softkey, um zum Abgleich den X-Cursor oder den Y-Cursors auszuwählen. Der momentan dem Eingabedrehknopf zugewiesene Cursor wird heller als die anderen Cursor dargestellt.

  X-Cursor sind gestrichelte vertikale Linien, die sich horizontal verschieben lassen und normalerweise die Zeit relativ zum Triggerpunkt anzeigen. Wenn die FFT-Funktion als Datenquelle verwendet wird, zeigen die X-Cursor die Frequenz an.

  Y-Cursor sind gestrichelte horizontale Linien, die sich vertikal verschieben lassen. Sie zeigen normalerweise Volt oder Amp an, abhängig von der Kanaleinstellung **Probe Units**. Wenn eine mathematische Funktion als Datenquelle verwendet wird, ist die Cursor-Maßeinheit von der jeweiligen mathematischen Funktion abhängig.

- **X1** und **X2** - Die Cursor X1 (kurz-gestrichelte vertikale Linie) und der Cursor X2 (lang-gestrichelte vertikale Linie) lassen sich horizontal verschieben und zeigen für alle Datenquellen, ausgenommen „Math“-FFT (Anzeige der Frequenz), die Zeit relativ zum Triggerpunkt an. In der Horizontal-Betriebsart XY zeigen die X-Cursor die Werte von Kanal 1 an (Volt oder Amp). Die Cursor-Werte der ausgewählten Signalquelle werden in den Funktionsbezeichnungen der Softkeys X1 und X2 angezeigt.

  Die Differenz zwischen X1 und X2 (ΔX) und 1/ΔX wird in einer speziell vorgesehenen Zeile oberhalb der Softkeys angezeigt. Werden mehrere Menüs ausgewählt, erfolgt die Anzeige im Display-Bereich.

  Ist der Softkey aktiviert, drehen Sie zur Anpassung des X1 oder X2-Cursors den Eingabedrehknopf.

- **Y1** und **Y2** - Der Cursor Y1 (kurz-gestrichelte horizontale Linie) und der Cursor Y2 (lang-gestrichelte horizontale Linie) lassen sich vertikal verschieben und zeigen Werte relativ zum Signalnullpunkt an. Dies gilt nicht für FFT-Funktionen, in welchen die Werte relativ zu 0 dB angezeigt werden. In der Horizontal-Betriebsart XY zeigen die Y-Cursor die Werte von Kanal 2 an (Volt oder Amp). Die Cursor-Werte der ausgewählten Signalquelle werden in den Funktionsbezeichnungen der Softkeys Y1 und Y2 angezeigt.

  Die Differenz zwischen Y1 und Y2 (ΔY) wird in einer speziell vorgesehenen Zeile oberhalb der Softkeys angezeigt. Werden mehrere Menüs ausgewählt, erfolgt die Anzeige im Display-Bereich.

  Ist der Softkey aktiviert, drehen Sie zur Anpassung des Y1 oder Y2-Cursors den Eingabedrehknopf.
- **X1 X2** - Drücken Sie diesen Softkey und drehen Sie zum gemeinsam Abgleich der Cursor X1 und X2 den Eingabedrehknopf. Der Wert ΔX bleibt konstant, da sich der Abstand der beiden Cursor nicht ändert.

  Durch ein gemeinsames Anpassen der X-Cursor können die Abweichungen der Pulsbreite geprüft werden.
- **Y1 Y2** - Drücken Sie diesen Softkey und gleichen Sie die Y1 und Y2-Cursor mit dem Eingabedrehknopf gemeinsam an. Der Wert ΔY bleibt konstant, da sich der Abstand der Cursor nicht ändert.

Beispiele für Cursor-Messungen

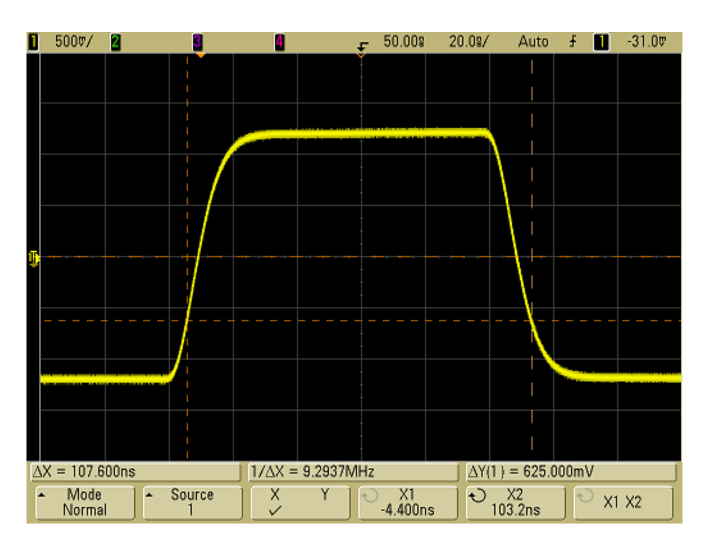


Abbildung 26 Pulsbreitenmessung bezogen auf Referenzpunkte ungleich 50%

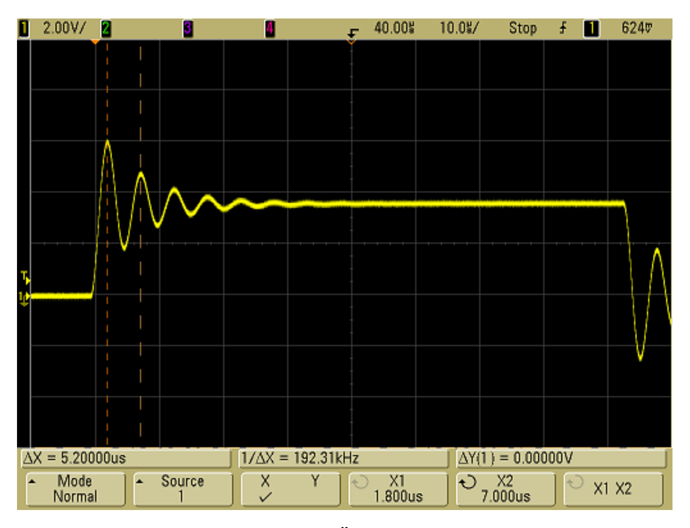


Abbildung 27 Messung einer Überschwingfrequenz

Vergrößern Sie mithilfe der Funktion „Delayed Sweep“ einen interessierenden Signalabschnitt und analysieren Sie ihn dann mithilfe der Cursor.

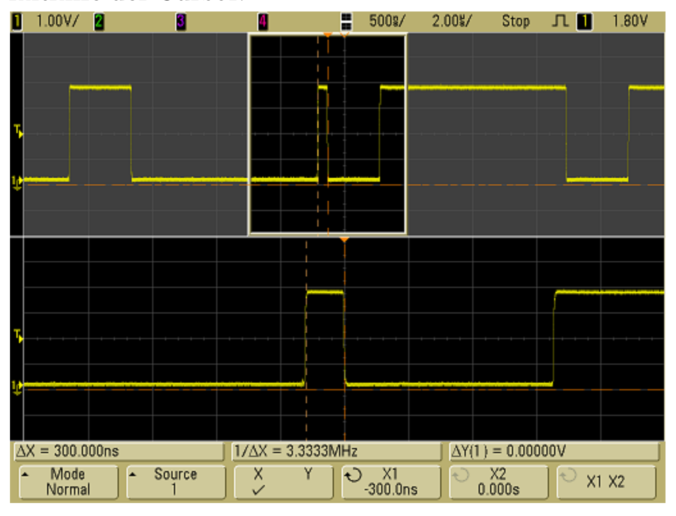


Abbildung 28 Cursor-Messung in der Betriebsart „Delayed Sweep“

Setzen Sie den Cursor **X1** auf eine positive Flanke und den Cursor **X2** auf eine negative Flanke.

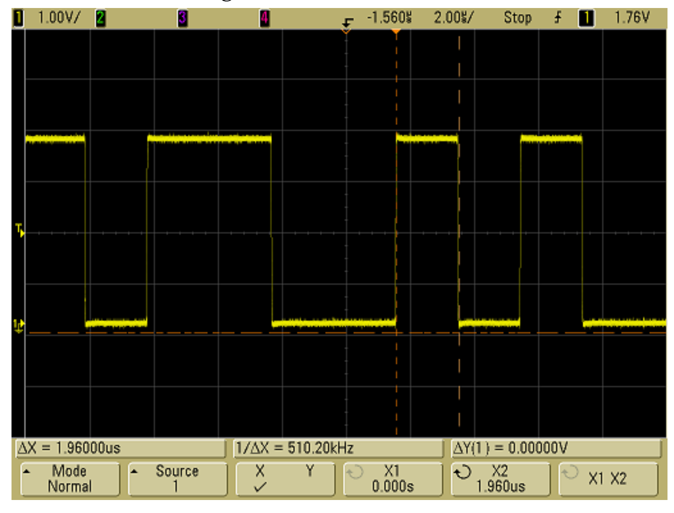


Abbildung 29 Pulsbreitenmessung mithilfe von Cursorn

Drücken Sie den Softkey **X1 X2** und verschieben Sie die Cursor zusammen, um zu überprüfen, ob die einzelnen Pulse verschieden breit sind.

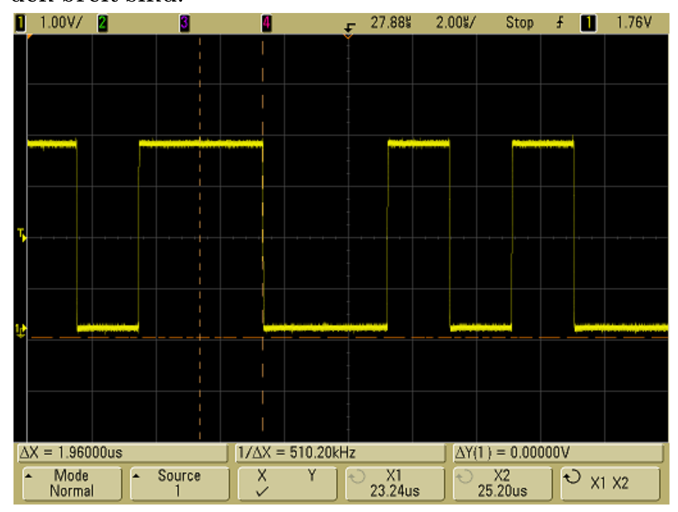


Abbildung 30 Identifikation von Schwankungen der Pulsbreite mithilfe gekoppelter Cursor

Automatische Messungen

Im Menü **Quick Meas** können folgende automatischen Messungen ausgeführt werden.

Time Measurements (Zeitmessungen)

- Counter
- Duty Cycle
- Frequency
- Period
- Rise Time
- Fall Time
- + Width
- – Width
- X at Max
- X at Min

Phase and Delay (Phase und Verzögerung)

- Phase
- Delay

Voltage Measurements

- Average
- Amplitude
- Base
- Maximum
- Minimum
- Peak-to-Peak
- RMS
- Std Deviation
- Top

Preshoot and Overshoot (Vorschwingen und Überschwingen)

- Preshoot
- Overshoot

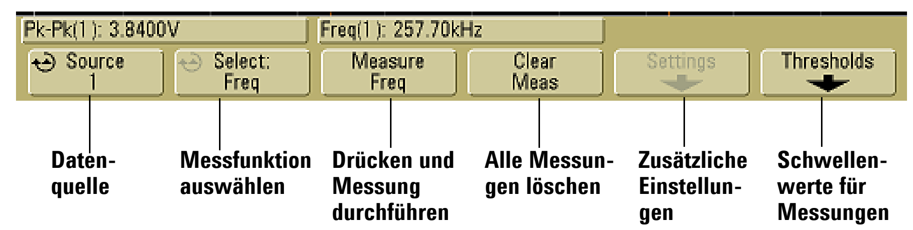
Automatische Messung durchführen

Eine kurze Beschreibung zur Durchführung von automatischen Messungen finden Sie auf Seite 78.

Die im Menü **Quick Meas** verfügbaren automatischen Messfunktionen sind auf einen beliebigen Kanal oder eine beliebige laufende mathematische Funktion anwendbar. Die Ergebnisse der vier zuletzt gewählten Messfunktionen werden in einer speziell dafür vorgesehenen Zeile oberhalb der Softkeys angezeigt. Bei Verwendung von mehreren Menüs werden sie im Display-Bereich angezeigt. Die „Quick Meas"-Funktion sind auch auf gespeicherte Messkurven anwendbar, die mithilfe der „Pan"- und „Zoom"-Funktion durchsucht werden.

Die Cursor werden eingeschaltet und zeigen einen Teil des Signals, der zuletzt vermessen wurde (das Ergebnis wird äußert rechts in der Messergebniszeile angezeigt).

1 Drücken Sie zum Aufruf des Menüs „Automatic Measurement" die Taste **Quick Meas**.



2 Drücken Sie den Softkey **Source**, um den Kanal oder die laufende mathematische Funktion auszuwählen, für welche die „Quick Measurement"-Funktion ausgeführt wird.

Messfunktionen sind nur auf solche Kanäle oder mathematischen Funktionen anwendbar, die angezeigt werden. Wenn ein ungültiger Quellenkanal ausgewählt wird, wird als gültige Datenquelle standardmäßig der nächste Kanal der Liste ausgewählt.

Wenn ein Teil des Signals, der für eine Messung benötigt wird, nicht sichtbar ist oder wenn die Auflösung für die Messung nicht ausreicht, wird eine entsprechende Meldung angezeigt: „No Edges”, „Clipped”, „Low Signal”, „< value” oder „> value”. Eine solche Meldung besagt, dass das Messergebnis unter Umständen nicht gültig ist.

3 Wenn Sie die Messungen stoppen und die Messergebnisse aus der Messergebniszeile oberhalb der Softkeys löschen möchten, drücken Sie den Softkey **Clear Meas**.

   Durch erneutes Drücken des Softkeys **Quick Meas** werden „Frequency“ und „Peak-Peak“ zu den Standard-Messfunktionen.

4 Drücken Sie den Softkey **Select** und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf eine Messfunktion aus.

5 Mit dem Softkey **Settings** können Sie zusätzliche Einstellungen für bestimmte Messungen vornehmen.

6 Drücken auf den Softkey **Measure**, um die Messung auszuführen.

7 Wenn Sie die Funktion **Quick Meas** beenden möchten, drücken Sie so oft die Taste **Quick Meas**, bis sie nicht mehr leuchtet.

Schwellenwerte für die Messung einstellen

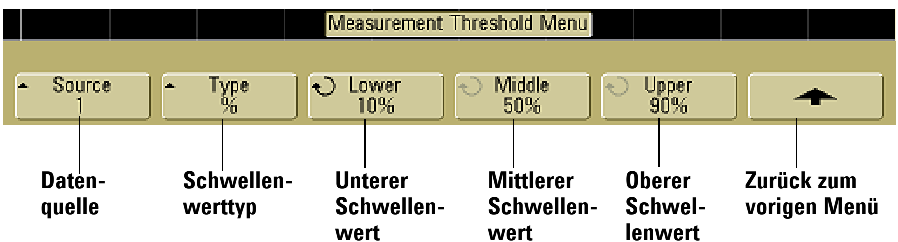
Das Festlegen von Schwellenwerten für die Messung legt die vertikalen Pegel eines Oszilloskop-Kanals fest.

Das Ändern von Standardschwellenwerten kann zu veränderten Messergebnissen führen

Die oberen, mittleren und unteren Schwellenwerte betragen 10%, 50% und 90% der Werte zwischen „Top“ und „Base“. Eine Änderung der Standardwerte für Schwellenwertdefinitionen kann dazu führen, dass die Messergebnisse für „Average“, „Delay“, „Duty Cycle“, „Fall Time“, „Frequency“, „Overshoot“, „Period“, „Phase“, „Preshoot“, „Rise Time“, „RMS“, „+Width“ und „-Width“ geändert werden.

1 Drücken Sie im Menü **Quick Meas** den Softkey **Thresholds**, um die Schwellenwerte zum Messen des Oszilloskop-Kanals einzustellen.

2 Mit dem Softkey **Source** kann die Datenquelle des Oszilloskop-Kanals ausgewählt werden, für die die Schwellenwerte für die Messung geändert werden sollen. Sie können jedem Oszilloskop-Kanal einen eindeutigen Schwellenwert zuordnen.



3 Drücken Sie den Softkey **Type**, um den Schwellenwert für die Messung auf **%** (Prozentsatz des Wertes für „Top“ und „Base“) oder auf **Absolute** (absoluter Wert) einzustellen.

- Der Prozentsatz für Schwellenwerte kann zwischen 5% und 95% eingestellt werden.
- Die Einheiten für einen absoluten Schwellenwert der Kanäle werden in den Tastkopf-Menüs eingestellt.

Über absolute Schwellenwerte

- Die absoluten Schwellenwerte sind abhängig von der Kanaleinstellung, der Tastkopfdämpfung und den Tastköpfen. Diese Werte sind stets vor der Einstellung der absoluten Schwellenwerte zu konfigurieren.
- Minimale und maximale Schwellenwerte sind auf Bildschirmwerte begrenzt.
- Falls ein absoluter Schwellenwert über oder unter den minimalen oder maximalen Signalwerten liegt, ist die Messung unter Umständen ungültig.

4 Drücken Sie den Softkey **Lower** und legen Sie mit dem Eingabedrehknopf den unteren Schwellenwert für die Messung fest.

Der Mittelwert wird bei dem Erhöhen des unteren Werts automatisch angepasst, damit er stets darüber liegt. Der untere Standardschwellenwert liegt bei 10% oder 800 mV.

Wenn der Schwellenwert **Type** auf **%** eingestellt ist, kann der untere Schwellenwert zwischen 5% und 93% festgelegt werden.

5 Drücken Sie den Softkey **Middle** und legen Sie mit dem Eingabedrehknopf den mittleren Schwellenwert für die Messung fest.

   Der mittlere Wert ist abhängig von den festgelegten unteren und oberen Schwellenwerten. Der mittlere Standardschwellenwert liegt bei 50% oder 1,20 V.

   - Wenn der Schwellenwert **Type** auf **%** eingestellt ist, kann der mittlere Schwellenwert zwischen 6% und 94% festgelegt werden.

6 Drücken Sie den Softkey **Upper** und legen Sie mit dem Eingabedrehknopf den oberen Schwellenwert für die Messung fest.

   Der Mittelwert wird bei der Verringerung des oberen Werts automatisch angepasst, damit er stets darunter liegt. Der obere Standardschwellenwert liegt bei 90% oder 1,50V.

   - Wenn der Schwellenwert **Type** auf **%** eingestellt ist, kann der obere Schwellenwert zwischen 7% und 95% festgelegt werden.

Zeitmessungen

FFT-Messungen

Wenn Sie die Funktion **X at Max** oder **X at Min** auf eine mathematische FFT-Funktion anwenden, hat das Ergebnis die Maßeinheit Hertz. Es sind keine weiteren automatischen Zeitmessfunktionen für die mathematische FFT-Funktion anwendbar. Für sonstige Messungen an FFT-Spektren sind die Cursor zu verwenden.

Die oberen, mittleren und unteren Schwellenwerte für die Messung betragen 10%, 50% und 90% zwischen den Werten für „Top“ und „Base“. Weitere Prozentangaben für Schwellenwerte und Informationen über die Einstellung von absoluten Schwellenwerten finden Sie unter „Schwellenwerte für die Messung einstellen“ auf Seite 162.

Die folgende Abbildung zeigt die Referenzpunkte für Zeitmessungen.

Counter

Oszilloskope der Familie 5000A haben einen integrierten 5-stelligen Hardware-Frequenzzähler. Er zählt die Anzahl der Zyklen, die innerhalb einer Zeitspanne (die so genannte *Messzeit*) auftreten, um die Signalfrequenz zu messen.

Die Messzeit für eine Zählermessung wird automatisch auf 100 ms oder den doppelten Wert des aktuellen Zeitfensters eingestellt, abhängig davon, welcher Zeitraum länger ist (bis zu einer Sekunde).

Der Zähler kann Frequenzen der gesamten Bandbreite des Oszilloskops messen. Die minimal unterstützte Frequenz beträgt 1/(2 X Messzeit).

Der Hardware-Zähler verwendet den Ausgang des Triggerkomparators. Daher muss der Triggerpegel für den zu berechnenden Kanal korrekt eingestellt werden. Der Y-Cursor markiert den Schwellenwert, der für die Messung verwendet wird.

Außer „Math“ können alle Kanäle als Datenquelle verwendet werden.

Es kann immer nur eine Zählermessung angezeigt werden.

Duty Cycle

Das Tastverhältnis eines repetitiven Pulszuges ist das prozentuale Verhältnis der positiven Pulsbreite zur Periode. Die X-Cursor markieren die gemessene Periode. Der Y-Cursor markiert den mittleren Schwellenwert.

$$\text{Duty cycle} = \frac{+\text{ Width}}{\text{Period}} \text{ X } 100$$

Frequency

Die Frequenz ist als 1/Periode (Kehrwert) definiert. Die Periode ist das Zeitintervall zwischen dem Schnittpunkt von zwei aufeinander folgenden mittleren Schwellenwerten, beispielsweise Polaritätsflanken. Im Fall, dass sich die mittleren Schwellenwerte kreuzen, müssen diese die unteren und oberen Schwellenwertpegel durchlaufen. Dadurch werden niedrige Impulse entfernt. Die X-Cursor zeigen an, welcher Teil des Signals gemessen wird. Der Y-Cursor markiert den mittleren Schwellenwert.

Puls für eine Frequenzmessung isolieren Die folgende Abbildung verdeutlicht, wie Sie ein Ereignis für eine Frequenzmessung mithilfe der Betriebsart „Delayed Sweep“ isolieren können. Falls die Messung in der Betriebsart „Delayed Time“ nicht möglich ist, wird die Hauptzeitbasis verwendet. Bei einem abgeschnittenen Signal kann die Messung u. U. nicht ausgeführt werden.

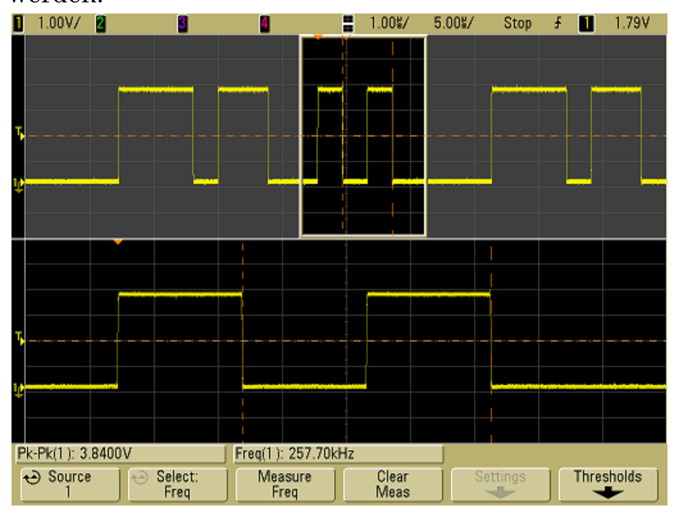


Abbildung 31 Isolieren eines Pulses zur Frequenzmessung

Period

Die Periode ist das Zeitintervall zwischen den 50%-Punkten zweier aufeinanderfolgender Flanken gleicher Polarität. Für die Periodenmessung werden nur solche Flanken herangezogen, die auch die 10%- und 90%-Punkte kreuzen - zu niedrige Impulse ("Runts") bleiben unberücksichtigt. Die X-Cursor zeigen an, welcher Teil des Signals gemessen wird. Der Y-Cursor markiert den mittleren Schwellenwert.

Fall Time

Die Abfallzeit ist das Zeitintervall zwischen dem 90%-Punkt und dem 10%-Punkt einer negativen Flanke. Die X-Cursor zeigen die gemessene Flanke an. Zur Optimierung der Messgenauigkeit muss die Zeitablenkung so gewählt werden, dass die zu messende Flanke die gesamte Bildschirmbreite einnimmt. Die Y-Cursor zeigen die unteren und oberen Schwellenwerte an.

Rise Time

Die Anstiegszeit ist das Zeitintervall zwischen dem 10%-Punkt und dem 90%-Punkt einer positiven Flanke. Die X-Cursor zeigen die gemessene Flanke an. Zur Optimierung der Messgenauigkeit muss die Zeitablenkung so gewählt werden, dass die zu messende Flanke die gesamte Bildschirmbreite einnimmt. Die Y-Cursor zeigen die unteren und oberen Schwellenwerte an.

+ Width

Die positive Pulsbreite ist das Zeitintervall zwischen dem 50%-Punkt der positiven Flanke und dem 50%-Punkt der nächstfolgenden negativen Flanke. Die X-Cursor zeigen den gemessenen Impuls an. Der Y-Cursor markiert den mittleren Schwellenwert.

– Width

Die negative Pulsbreite ist das Zeitintervall zwischen dem 50%-Punkt der negativen Flanke und dem 50%-Punkt und der nächstfolgenden positiven Flanke. Die X-Cursor zeigen den gemessenen Impuls an. Der Y-Cursor markiert den mittleren Schwellenwert.

X at Max

„X at Max“ ist definiert als der X-Wert beim ersten (von links gesehen) Vorkommen des größten Y-Wertes, der auf dem Bildschirm angezeigt wird. Bei periodischen Signalen kann sich die Position des Maximums im Verlauf des Signals ändern. Der X-Cursor zeigt an, wo der aktuelle Wert „X at Max“ gemessen wird.

Messen der FFT-Spitze

1 Wählen Sie im Menü **Math** die mathematische Funktion **FFT** aus.
2 Wählen Sie im Menü **Quick Meas** die Datenquelle **Math** aus.
3 Wählen Sie die Messungen **Maximum** und **X at Max**.

   Die Werte **Maximum** werden in dB und die Einheiten für **X at Max** in Hertz angezeigt.

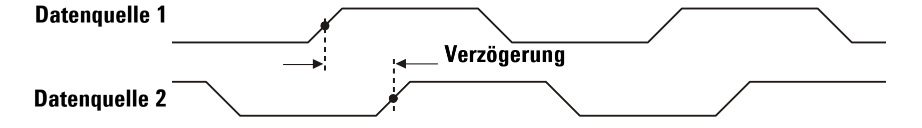
„X at Min“

„X at Min“ ist definiert als der X-Wert (normalerweise Zeit) beim ersten Vorkommen des Signals „Minimum“, beginnend links im Display. Bei periodischen Signalen kann sich die Position des Minimums im Verlauf des Signals ändern. Der X-Cursor zeigt an, wo der aktuelle Wert „X at Min“ gemessen wird.

Messen der Verzögerung und der Phase

Delay

Die Verzögerung misst die Zeitdifferenz zwischen der ausgewählten Flanke an Kanal 1 und der ausgewählten Flanke an Kanal 2, wobei der Triggerreferenzpunkt den mittleren Schwellenwerten des Signals entspricht. Eine negative Verzögerung zeigt, dass die ausgewählte Flanke von Kanal 1 sich nach der ausgewählten Flanke von Kanal 2 ereignete.



1 Drücken Sie **Quick Meas→Select** und wählen Sie **Delay**. Drücken Sie den Softkey **Settings**, um die Quellkanäle und die Steigung für die Verzögerungsmessung auszuwählen.

Bei der Standardeinstellung „Delay“ wird von der steigenden Flanke von Kanal 1 bis zur steigenden Flanke von Kanal 2 gemessen.

2 Drücken Sie zum Ausführen der Messung den Softkey **Measure Delay**.

Das folgende Beispiel zeigt eine Verzögerungsmessung zwischen der steigenden Flanke von Kanal 1 und der steigenden Flanke von Kanal 2.

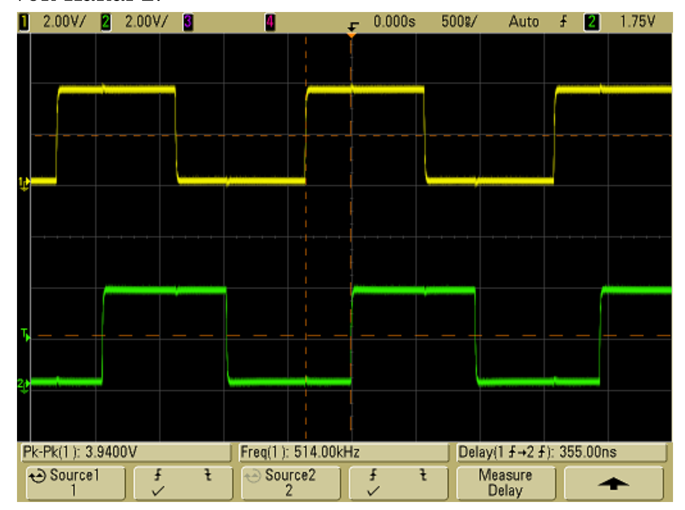
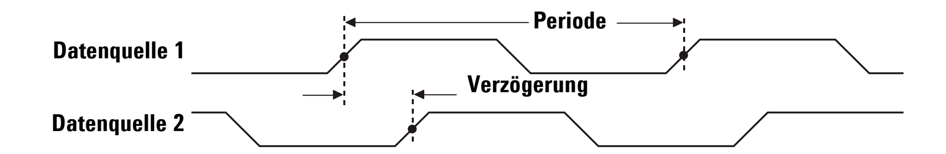


Abbildung 32 Verzögerungsmessung

Phase

Die Phase entspricht der errechneten Phasenverschiebung in Grad von Datenquelle 1 zu Datenquelle 2. Negative Phasenverschiebungswerte bedeuten, dass die steigende Flanke des ersten Kanals nach der steigenden Flanke des zweiten Kanals aufgetreten ist.

$$\text{Phase} = \frac{\text{Delay}}{\text{Source 1 Period}} \text{ X } 360$$



1 Drücken Sie den Softkey **Settings**, um die Quellkanäle 1 und 2 für die Phasenmessung auszuwählen.

Bei der Standardeinstellung wird von Kanal 1 zu Kanal 2 gemessen.

Das folgende Beispiel zeigt eine Phasenmessung zwischen Kanal 1 und der mathematischen Funktion d/dt bei Kanal 1.

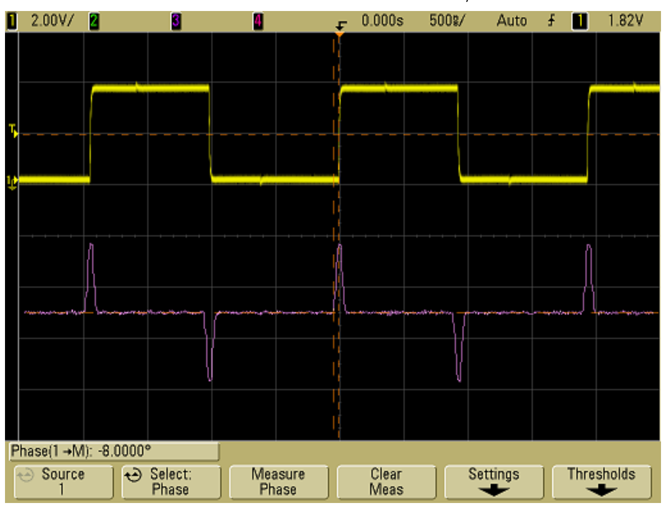


Abbildung 33 Phasenmessung

Spannungsmessungen

Mit dem Softkey **Probe Units** können die Messeinheiten der Eingangskanäle auf Volt oder Amp eingestellt werden. Für die mathematische Funktion 1-2 und für d/dt wird eine Skalierungseinheit von **U** (nicht definiert) angezeigt. Lautet die ausgewählte Quelle Kanal 1 und Kanal 2 lautet die Anzeige ∫ dt, sofern mit dem Softkey **Probe Units** verschiedene Einheiten ausgewählt wurden.

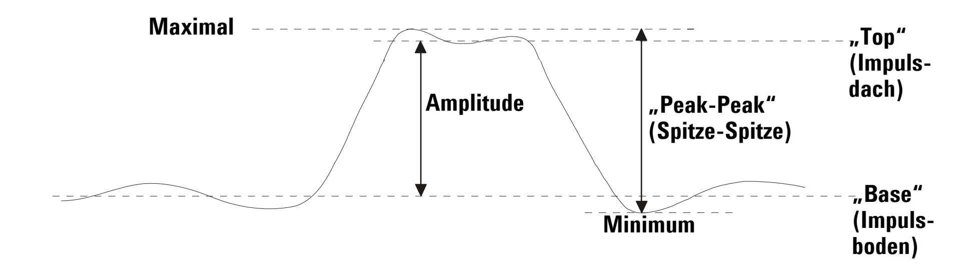
Mathematische Messungen und Einheiten

Für eine mathematische FFT-Funktion können nur die automatischen Messungen „Peak-Peak", „Maximum", „Minimum", „Average", „X at Min" und „X at Max" durchgeführt werden. Weitere Informationen über die Messungen „X at Max" und „X at Min" finden Sie unter „Durchführen von automatischen Zeitmessungen". Für weitere FFT-Messungen sind die Cursor zu verwenden. Sämtliche Spannungsmessungen können auch mit den anderen mathematischen Funktionen durchgeführt werden. Die Ergebnisse werden in folgenden Einheiten angezeigt:

FFT:	dB* (Dezibel)
1 * 2:	V^2, A^2 oder W (Volt-Amp)
1 – 2:	V (Volt) oder A (Amp)
d/dt:	V/s oder A/s (V/Sekunde oder A/Sekunde)
∫ dt:	V oder A (V-Sekunden oder A-Sekunden)

* Handelt es sich bei der FFT-Quelle um Kanal 1, 2, 3 oder 4, werden die FFT-Einheiten in dBV angezeigt, sofern die Kanaleinheiten auf Volt und die Kanalimpedanz auf 1 MΩ eingestellt sind. Sind die Kanaleinheiten auf Volt und die Kanalimpedanz auf 50Ω eingestellt, werden die FFT-Einheit in dBm angezeigt. Für alle anderen FFT-Quellen oder in Fällen, in denen die Quellkanaleinheiten auf Amp eingestellt wurden, werden die FFT-Einheiten in dB angezeigt.

Die folgende Abbildung zeigt die Referenzpunkte für Spannungsmessungen.



Amplitude

Die Amplitude eines Signals ist der Unterschied zwischen den Werten „Top“ und „Base“. Die Y-Cursor zeigen die gemessenen Werte an.

Average

Der Mittelwert ist gleich der Summe der Abtastwerte über eine oder mehrere vollständige Signalperioden, dividiert durch die Anzahl der Abtastwerte. Falls weniger als eine vollständige Periode angezeigt wird, erfolgt die Mittelwertberechnung über die volle Bildschirmbreite. Die X-Cursor zeigen an, welcher Teil des Signals gemessen wird.

$$\text{Average} = \frac{\sum x_i}{n}$$

wobei x_i = Wert bei gemessenem Punkt ith
n = Anzahl der Punkte im Messintervall

Base

Der Boden eines Signals ist die Betriebsart (häufigster Wert) des unteren Signalteils. Falls die Betriebsart nicht eindeutig definiert ist, wird der Boden gleich dem Minimum gesetzt. Der Y-Cursor zeigt den gemessenen Wert an.

Maximum

Das Maximum ist der größte angezeigte Amplitudenwert. Der Y-Cursor zeigt den gemessenen Wert an.

Minimum

Das Minimum ist der kleinste angezeigte Amplitudenwert. Der Y-Cursor zeigt den gemessenen Wert an.

Peak-Peak

Der Spitze-Spitze-Wert ist die Differenz zwischen den Maximum- und Minimum-Werten. Die Y-Cursor zeigen die gemessenen Werte an.

RMS

Der Effektivwert (DC) ist der quadratische Mittelwert des Signals über einen oder mehrere vollständige Perioden. Falls weniger als eine Periode angezeigt wird, erfolgt die Berechnung des durchschnittlichen Effektivwerts für die ganze Breite des Displays. Die X-Cursor zeigen an, welcher Teil des Signals gemessen wird.

$$\text{RMS (dc)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{n}}$$

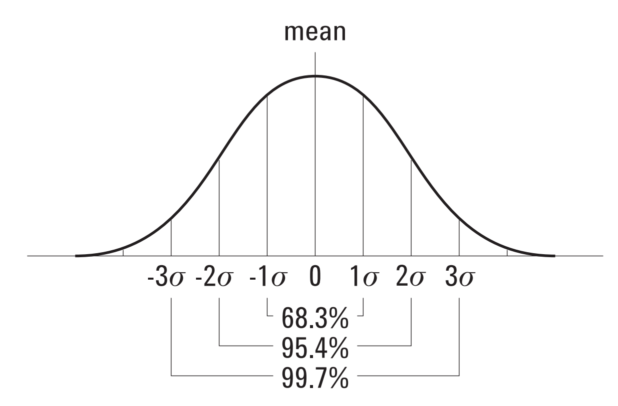
wobei x_i = Wert bei gemessenem Punkt ith
n = Anzahl der Punkte im Messintervall

„Std Deviation“

Die Messung der Abweichung in Stunden zeigt die Standardabweichung der angezeigten Spannungswerte. Es handelt sich um eine Effektivwertmessung über den vollständigen Bildschirm, wobei die DC-Komponente entfernt wurde. Dies ist beispielsweise hilfreich zur Messung von Netzteilgeräuschen.

Die Standardabweichung einer Messung ist der vom Durchschnitt abweichende Wert. Der Durchschnittswert einer Messung ist der statistische Mittelwert der Messung.

Die folgende Abbildung zeigt sowohl die Durchschnitts- als auch die Standardabweichung. Die Standardabweichung wird durch den griechischen Buchstaben Sigma dargestellt: σ. Bei einer Gauß-Verteilung, zwei Sigma (± 1σ) vom Durchschnitt, sind 68,3% der Messergebnisse resident. Bei sechs Sigma (± 3σ) sind 99,7% der Messergebnisse resident.



Der Mittelwert wird wie folgt berechnet:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N}$$

Wobei:

$\bar{x}$ = Mittelwert
N = Anzahl der durchgeführten Messungen
x_i = das i^{th} Messergebnis

Die Standardabweichung wird wie folgt berechnet:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Wobei:

σ = Standardabweichung
N = Anzahl der durchgeführten Messungen
x_i = das i^{th} Messergebnis
$\overline{x}$ = Mittelwert

Top

Das Dach eines Signals ist die Betriebsart (häufigster Wert) des oberen Signalteils. Falls die Betriebsart nicht eindeutig definiert ist, wird das Dach gleich dem Maximum gesetzt. Der Y-Cursor zeigt den gemessenen Wert an.

Impuls für eine Dachmessung isolieren Die folgende Abbildung verdeutlicht, wie Sie mithilfe der Funktion „Delayed Sweep“ einen Impuls für eine „**Top**“-Messung isolieren können.

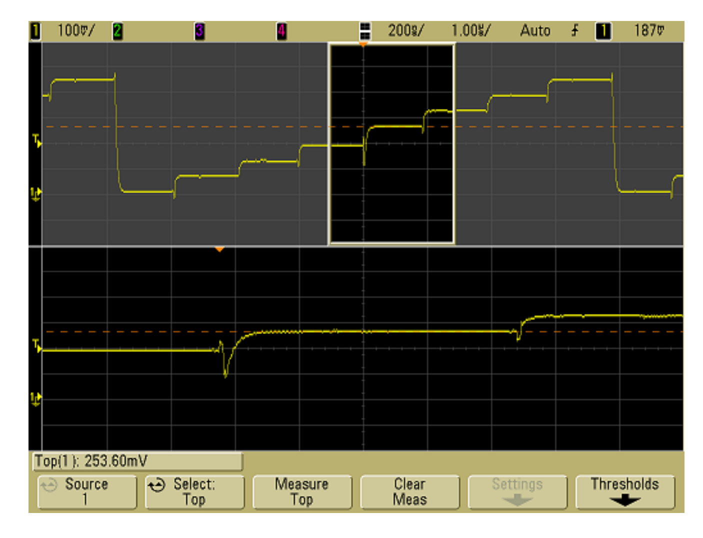


Abbildung 34 Isolationsbereich für Dachmessung („Top“)

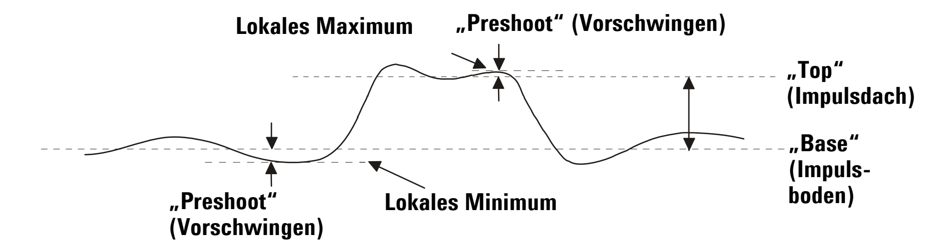
Messung des Überschwingens und Vorschwingens

Preshoot

Vorschwingen ist eine Verzerrung der Signalform unmittelbar vor einer größeren Flanke. Das Vorschwingen wird in Prozent der Amplitude gemessen. Die X-Cursor zeigen an, welche Flanke (nämlich die dem Triggerreferenzpunkt nächstgelegene) gemessen wird.

$$\text{Rising edge preshoot} = \frac{\text{Base - D local Minimum}}{\text{Amplitude}} \times 100$$

$$\text{Falling edge preshoot} = \frac{\text{local Maximum - D Top}}{\text{Amplitude}} \times 100$$

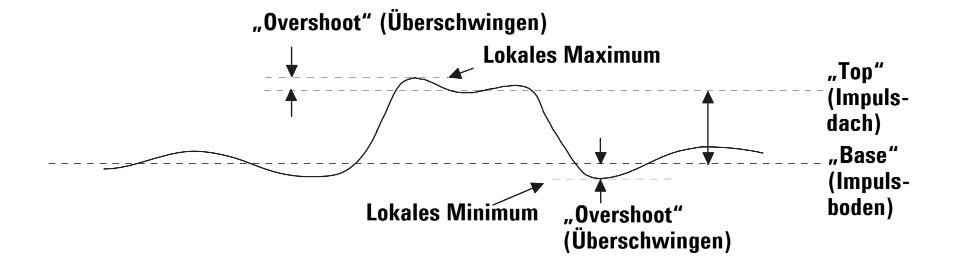


Overshoot

Überschwingen ist eine Verzerrung der Signalform unmittelbar nach einer größeren Flanke. Das Überschwingen wird in Prozent der Amplitude gemessen. Die X-Cursor zeigen an, welche Flanke (nämlich die dem Triggerreferenzpunkt nächstgelegene) gemessen wird.

$$\text{Rising edge overshoot} = \frac{\text{local Maximum - D Top}}{\text{Amplitude}} \text{ X } 100$$

$$\text{Falling edge overshoot} = \frac{\text{Base - D local Minimum}}{\text{Amplitude}} \text{ X } 100$$



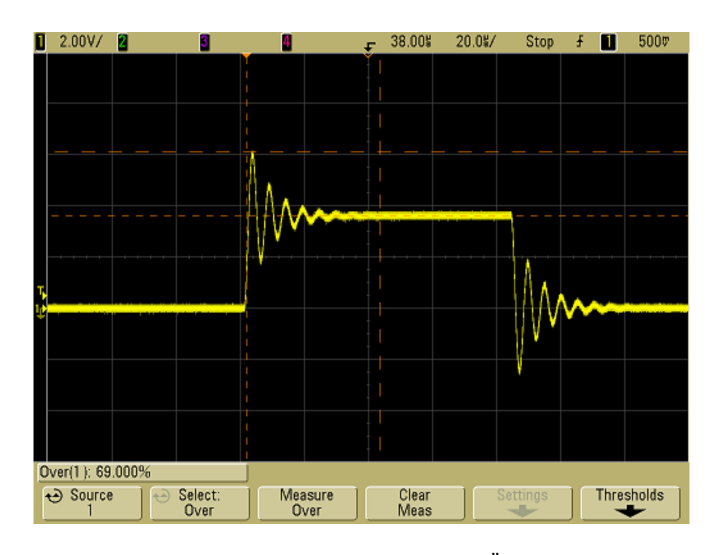


Abbildung 35 Automatische Messung des Überschwingens



5
Anzeigen von Daten

„Pan“- und „Zoom“-Funktionen

Durch die Möglichkeit, das gespeicherte Signal horizontal zu verschieben („Pan“-Funktion) und zu vergrößern/verkleinern („Zoom“-Funktion) erhalten Sie einen genaueren Einblick in das erfasste Signal. Insbesondere können Sie das Signal auf verschiedenen Abstraktionsebenen betrachten. Sie können sich sowohl einen Überblick über das gesamte Signal verschaffen als auch feine Details genauer analysieren.

Alle Digitaloszilloskope ermöglichen es, Signalinformationen nachträglich zu analysieren; dies ist einer der prinzipiellen Vorteile der digitalen Architektur. Häufig beschränken sich diese Möglichkeiten jedoch darauf, das Display „einzufrieren“ und mithilfe von Cursorn zu vermessen oder auszudrucken. Einige Digitaloszilloskope gehen einen Schritt weiter: Sie erlauben es, das Signal horizontal zu verschieben und zu vergrößern/verkleinern.

Für das „Zoom-Verhältnis“ (Zeitbasis-Einstellung bei der Signalerfassung relativ zur Zeitbasis-Einstellung bei der nachträglichen Analyse) gibt es keine prinzipielle Begrenzung. Allerdings gibt es eine praktische Begrenzung, die von dem jeweils analysierten Signal abhängt.

In der Display-Betriebsart „Normal/Vectors off“ können Sie das Signal so weit zoomen, dass kein Abtastpunkt mehr auf dem Bildschirm angezeigt wird. Ein solches „Zoom-Verhältnis“ ist sicher nicht mehr sinnvoll. Umgekehrt sehen Sie in der Betriebsart „Vectors on“ bei einem solch großen „Zoom-Verhältnis“ nur noch die interpolierte Linie zwischen zwei Punkten; dies ist ebenso wenig sinnvoll.

Zoom

Bei horizontaler Dehnung bis zu Faktor 1000 und vertikaler Dehnung bis zu Faktor 10 erhalten Sie eine brauchbare Signaldarstellung. Beachten Sie, dass die automatischen Messfunktionen nur auf angezeigte Signaldatenpunkte anwendbar sind.

Anwendung der „Pan"- und „Zoom"-Funktionen

1 Stoppen Sie die Signalerfassung durch Drücken der Taste **Run/Stop**. Bei gestoppter Signalerfassung leuchtet die Taste **Run/Stop** rot.

2 Mit dem Zeitablenkungs-Drehknopf können Sie das Signal in horizontaler Richtung und mit dem „Volts/division"-Drehknopf in vertikaler Richtung vergrößern/verkleinern.

   Das ∇-Symbol oben im Display zeigt den Zeitreferenzpunkt für die „Pan"- und „Zoom"-Aktion an.

3 Mit dem Verzögerungszeit-Drehknopf (◀▶) können Sie das Signal in horizontaler Richtung verschieben und mit dem Position-Drehknopf (▲▼) in vertikaler Richtung.

Das angehaltene Display kann mehrere Triggersignale mit Daten enthalten. Es kann jedoch nur das zuletzt erfasste Signal für die „Pan"- und „Zoom"-Funktion genutzt werden.

Referenzpunkt für Signalvergrößerung festlegen

Wenn Sie die „Volts/division"-Einstellung eines Kanals ändern, können Sie wählen, ob das Signal relativ zur Signal-Null-Linie oder relativ zur Mitte des Displays vergrößert (oder verkleinert) werden soll.

Expand About Ground Das angezeigte Signal wird relativ zur Signal-Null-Linie des Kanals vergrößert. Das ist die Standardeinstellung. Die Signal-Null-Linie wird ganz links im Display durch das Null-Linie-Symbol (⏚▶) angezeigt. Wenn Sie den Drehknopf „Volts/division" betätigen, bleibt die Position der Signal-Null-Linie erhalten.

Befindet sich die Null-Linie außerhalb des Displays, übertritt das Signal je nach Position der Null-Linie entweder an der oberen oder unteren Flanke das Display.

Expand About Center Das angezeigte Signal dehnt sich über die Mitte des Displays aus.

Referenzpunkt für Signalvergrößerung festlegen

Drücken Sie **Utility**→**Options**→**Preferences**→**Expand** und wählen Sie **Ground** oder **Center**.

Anti-Aliasing

Da bei langsamerer Zeitablenkung die Abtastgeschwindigkeit kleiner ist, reduziert hier ein firmenspezifischer Anzeigealgorithmus die Aliasing-Wahrscheinlichkeit.

Das Anti-Aliasing ist standardmäßig aktiviert. Sofern es keinen bestimmen Grund gibt diese Einstellung zu deaktivieren, sollten Sie sie beibehalten.

Falls Sie das Anti-Aliasing abschalten müssen, drücken Sie zuerst **Utilities→Options→Preferences**. Drücken Sie anschließend den Softkey **Antialiasing**. Das angezeigte Signal ist nun anfällig für Aaliasing.

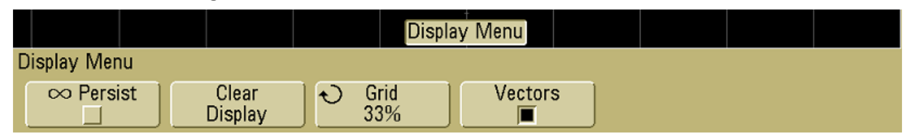
Verwenden des XGA-Videoausgangs

An der Rückseite des Geräts befindet sich eine genormte XGA-Videoausgangsbuchse. Falls Sie ein größeres Display benötigen - oder eine andere Sichtposition als die des Oszilloskops nutzen möchten - können Sie dort einen größeren Monitor anschließen.

Das Oszilloskop-Display bleibt auch nach dem Anschluss eines externen Bildschirms eingeschaltet.

Display-Einstellungen

- Drücken Sie die Taste **Display**, um das Menü „Display“ anzuzeigen.



Betriebsart „Infinite Persistence“

In der Betriebsart „Infinite Persistence“ werden alte Messkurven nicht vom Bildschirm gelöscht, sondern in grau dargestellt und mit verringerter Helligkeit wiedergegeben; die jeweils neueste Messkurve wird mit normaler Farbe in der gewohnten Helligkeit dargestellt. Auf außerhalb des Signaldarstellungsbereichs liegende Teile der Messkurve wird „Infinite Persistence“ nicht angewandt.

Die Betriebsart „Infinite Persistence“ eignet sich hervorragend für Rausch- und Jitter-Messungen, zur Bestimmung von „Worst-Case“-Signalabweichungen, zur Erkennung von Timing-Verstößen oder zur Erfassung sporadischer Ereignisse.

Verwendung der Betriebsart „Infinite Persistence“ zum Anzeigen mehrerer sich wiederholender Ereignisse

1. Schließen Sie ein Signal an das Oszilloskop an.
2. Drücken Sie zum Aktivieren der Betriebsart „Infinite Persistence“ die Taste **Display** und anschließend den Softkey ∞ **Persist**. Die Messkurven werden jetzt übereinander geschrieben. Alte Messkurven werden grau mit verminderter Helligkeit dargestellt.
3. Mit dem Softkey **Clear Display** können Sie die alten Messkurven vom Bildschirm löschen.

   Das Oszilloskop beginnt anschließend erneut mit dem Kumulieren von Messkurven.

4 Durch Abschalten der Betriebsart „Infinite Persistence“ und Drücken der Taste **Clear Display** können Sie das Oszilloskop wieder in die Display-Betriebsart „Normal“ zurückschalten.

Kumulierung mehrerer Messkurven

Durch das Ausschalten von „Infinite Persistence“ werden die Daten auf dem Display nicht gelöscht. Dadurch können Sie mehrere Messkurven kumulieren, Messkurven anhalten und dann später erfasste Messkurven mit gespeicherten Signalen vergleichen.

Löschen von gespeicherten „Infinite Persistence“-Signalen

Wenn Sie den Softkey **Clear Display** drücken, werden die Signaldaten aus dem Display entfernt. Frühere Messkurven löschen Sie aus dem Display durch Drücken der Taste **AutoScale**.

Gitterraster-Helligkeit

Zum Anpassen des Gitterrasters drücken Sie **Display**→**Grid**. Stellen Sie dann mit dem Eingabedrehknopf ↻ die Helligkeit ein.

Vektoren (Datenpunkte verbinden)

Die Oszilloskope funktionieren optimal mit in der Vektor-Funktion. Diese Betriebsart ergibt in fast allen Situationen die realistischste Signaldarstellung.

Wenn die Betriebsart **Vectors** aktiviert ist, werden die auf dem Bildschirm dargestellten Datenpunkte durch eine Linie miteinander verbunden.

- Durch die Vektor-Funktion sieht ein digitales Signal ganz ähnlich aus wie auf einem Analogoszilloskop.
- Durch die Vektor-Funktion sind auch steile Flanken (beispielsweise eines Rechtecksignals) als solche erkennbar.
- Ganz ähnlich wie bei der Linie eines analogen Oszilloskops ermöglicht die Vektor-Betriebsart auch bei komplexen Signalen die Anzeige kleinster Details, selbst dann, wenn das Detail nur eine geringe Pixelgröße besitzt.

Das Oszilloskop schaltet die Vektor-Betriebsart an, sobald die Signalerfassung stoppt.

Verwenden der Vektor-Funktion (Menü „Display“)

In Bezug auf die Datenanzeige können Sie festlegen, ob zwischen den Abtastwerten Vektoren gezogen (d. h. die Datenpunkte verbunden) werden sollen oder ob die Abtastwerte einfach so das Signal füllen. Dies ist bis zu einem gewissen Punkt von Ihrem persönlichen Geschmack, aber auch von dem jeweiligen Signal abhängig.

- Sie werden vermutlich meistens das Oszilloskop mit eingeschalteter Vektor-Betriebsrat bedienen. Komplexe analoge Signale, wie z. B. Video- und Modulationssignale zeigen bei eingeschalteter Vektor-Betriebsart analogähnlich intensive Messkurven.
- Schalten Sie die Vektor-Betriebsart ab, wenn hochkomplexe oder mehrwertige Signale angezeigt werden sollen. Durch das Abschalten der Vektor-Betriebsart können veränderliche Signale, wie z. B. Augendiagramme besser angezeigt werden.
- Durch die eingeschaltete Vektor-Betriebsart wird die Anzeigegeschwindigkeit nicht reduziert.

Einstellen der Intensität zur Anzeige von Signaldetails

Mit dem Drehknopf **Intensity** können Sie die Signaldarstellung optimal an die jeweilige Mess-Situation - wie beispielsweise schnelle Zeitablenkung und geringe Triggerrate- anpassen. Durch eine Erhöhung der Intensität können Sie die maximale Rauschmenge und sporadisch auftretende Ereignisse anzeigen. Durch die Reduzierung der Intensität können in komplexen Signalen mehr Einzelheiten angezeigt werden, wie in den nachfolgenden Abbildungen zu sehen ist.

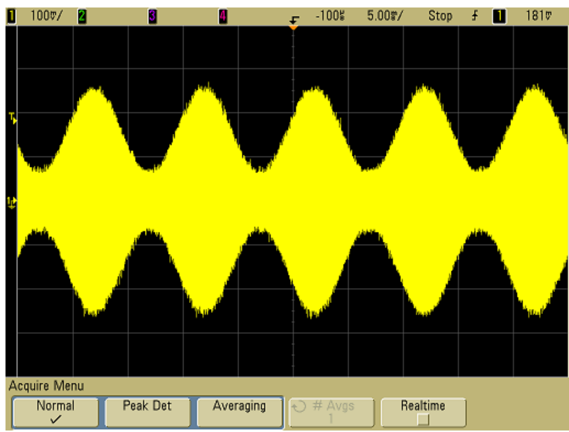


Abbildung 36 Amplitudenmodulation mit Rauschen bei 100% Intensität

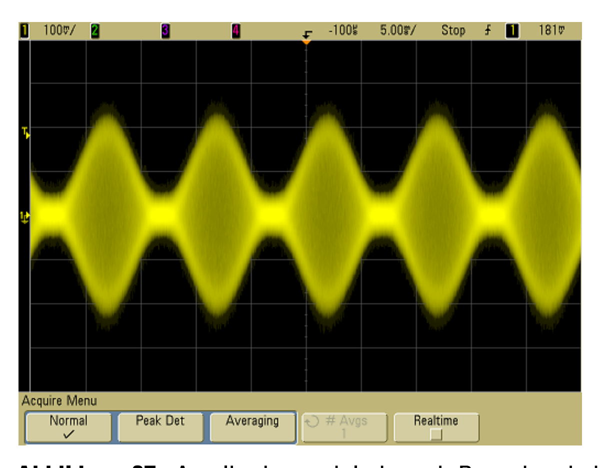


Abbildung 37 Amplitudenmodulation mit Rauschen bei 40% Intensität

Signalerfassungsbetriebsarten

Bei den Oszilloskopen der Familie 5000A haben die Wahl zwischen folgenden Signalerfassungsbetriebsarten:

- **Normal** - für die meisten Signale (normale Dezimierung und langsamere Zeitablenkung ohne Mittelwertbildung).
- **Peak Detect** - zur Anzeige von sporadischen schmalen Impulsen (bei langsamerer Zeitablenkung).
- **Averaging** - für ein reduziertes Rauschen und eine verbesserte Auflösung (bei jeder Zeitablenkung, ohne Leistungsabfall bei Bandbreite oder Zeitablenkung).
- **High Resolution** - zur Reduzierung von weißem Rauschen (bei langsamerer Zeitablenkung).

Realtime - hier kann das Abtasten (das Oszilloskop erzeugt beim Erfassen des Triggerereignisses ein Signal) für die Betriebsarten „Normal“, „Peak Detect“ und „High Resolution“ ein- und ausgeschaltet werden.

Bei langsamerer Zeitablenkung

Bei langsamerer Zeitablenkung sinkt die Abtastgeschwindigkeit, da sich die Erfassungszeit vergrößert und der Umsetzer des Oszilloskops schneller abtastet, als der Speicher gefüllt werden kann.

Ein Beispiel: Der Umsetzer arbeitet mit einer Abtastperiode von 1 ns (maximale Abtastgeschwindigkeit von 1 GSa/s) und einer Speicherkapazität von 1 M. Bei dieser Geschwindigkeit erfolgt die Füllung des Speichers in 1 ms. Liegt die Erfassungszeit bei 100 ms (10 ms/div), wird bei 100 Abtastwerten nur ein Wert zur Füllung des Speichers benötigt.

Auswahl der Signalerfassungsbetriebsart

Drücken Sie zum Aufruf der Signalerfassungsbetriebsart auf der Frontplatte die Taste „Acquire“.

Betriebsart „Normal“

In der Betriebsart „Normal“ werden bei langsamerer Zeitablenkung zusätzliche Abtastwerte verworfen. In dieser Betriebsart erzielen Sie die beste Anzeige für die meisten Signale.

Betriebsart „Peak Detect“

In der Betriebsart „Peak Detect“ werden bei langsamerer Zeitablenkung die minimalen und maximalen Messwerte beibehalten, damit sporadische und kurze Ereignisse erfasst werden können (dabei wird allerdings jedes Rauschen überhöht wiedergegeben). In dieser Betriebsart werden alle Impulse angezeigt, die mindestes die Dauer der Abtastperiode aufweisen (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9 Modellnummern und Abtastgeschwindigkeit bei Modellen der Familie Agilent 5000A

Bandbreite	**100 MHz**	**300 MHz**	**500 MHz**
Maximale Abtastgeschwindigkeit	**2 GSa/s**	**2 GSa/s**	**4 GSa/s**
Abtastwert alle (Abtastperiode)	**500 ps**	**500 ps**	**250 ps**
DSO 2-Kanal	DSO5012A	DSO5032A	DSO5052A
DSO 4-Kanal	DSO5014A	DSO5034A	DSO5054A

Betriebsart „High Resolution“

In der Betriebsart „High Resolution“ werden zur Reduzierung von weißem Rauschen zusätzliche Abtastwerte bei langsamerer Zeitablenkung gemittelt. Auf dem Display entsteht dadurch eine glättere Linie und die vertikale Auflösung verbessert sich.

Während einer Erfassungsperiode werden die aufeinanderfolgenden Abtastpunkte gemittelt, d. h. es wird ein Durchschnitt errechnet. Pro vier Durchschnittswerten wird zudem eine zusätzlich vertikale Auflösung von einem Bit geboten. Die Anzahl zusätzlicher Bit an vertikaler Auflösung hängt von der Zeit/Division-Einstellung (Zeitablenkung) ab.

Je langsamer die Zeitablenkung, desto größer die Anzahl der für einen Anzeigepunkt gemittelten Abtastwerte.

Die Betriebsart „High Resolution“ entspricht der Betriebsart „Averaging“ bei der die Anzahl der zu mittelnden Messungen (# Avgs) =1 ist. In der „High Resolution“-Betriebsart können Sie jedoch die Echtzeit-Abtastung (Realtime) aktivieren.

Die Betriebsart „High Resolution“ kann mit sich wiederholenden oder einmaligen Signalen verwendet werden. Die Signalaktualisierungsrate wird dabei nicht langsamer, da die Berechnung im anwendungsspezifischen MegaZoom-Schaltkreis erfolgt. Da die „High Resolution“-Betriebsart jedoch ein wirkungsvoller Tiefpassfilter ist, wird dadurch die Echtzeitbandbreite des Oszilloskops eingeschränkt.

Tabelle 10 Abtastgeschwindigkeit, Zeitablenkung und Auflösung in Bit

2 Abtastgeschwindigkeit GSa/s	4 Abtastgeschwindigkeit GSa/s	Auflösung in Bit (# Avgs=1)
≤ 50 ns/div	≤ 50 ns/div	8
200 ns/div	100 ns/div	9
1 us/div	500 ns/div	10
5 us/div	2 us/div	11
≥ 20 us/div	≥ 10 us/div	12

Betriebsart „Averaging“

In der Betriebsart „Averaging“ werden die Ergebnisse mehrerer Signalerfassungszyklen miteinander gemittelt. Dadurch wird das Rauschen reduziert und die vertikale Auflösung verbessert (bei jeder Zeitablenkung). Vorbedingung für eine solche Mittelung ist ein stabiler Trigger.

Der Wert ist zwischen 1 und 65536 in Zweierpotenz-Schritten veränderlich.

Je mehr Messungen gemittelt werden, desto wirksamer ist die Rauschunterdrückung und desto höher der Zugewinn an vertikaler Auflösung.

Tabelle 11 Anzahl der gemittelten Messungen, Auflösung in Bit

# Avgs	Auflösung in Bit
2	8
4	9
16	10
64	11
≥ 256	12

Bei einer sich erhöhenden Anzahl an gemittelten Messungen reagiert das angezeigte Signal zunehmend langsamer auf Änderungen. Sie müssen daher abwägen, wie schnell das Signal auf Änderungen reagieren und wie stark das zum Signal angezeigte Rauschen reduziert werden soll.

Betriebsart „Averaging“

1 Drücken Sie die Taste **Acquire** und drücken Sie dann den Softkey **Acq Mode** bis zur Auswahl der Betriebsart „Averaging“.

2 Drücken Sie den Softkey **#Avgs** und stellen Sie mit dem Eingabedrehknopf die Anzahl der gemittelten Messungen so ein, dass bei dem angezeigten Signal das Rauschen optimal reduziert wird. Die Anzahl der gemittelten Signalerfassungszyklen wird im Softkey **# Avgs** angezeigt.

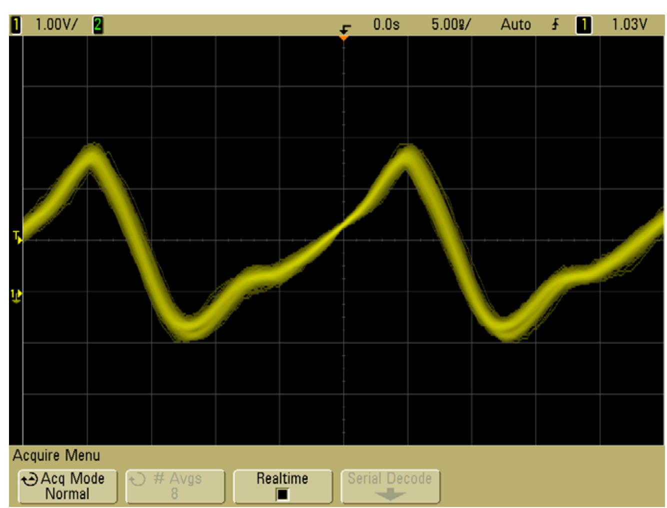


Abbildung 38 Weißes Rauschen bei dem angezeigten Signal

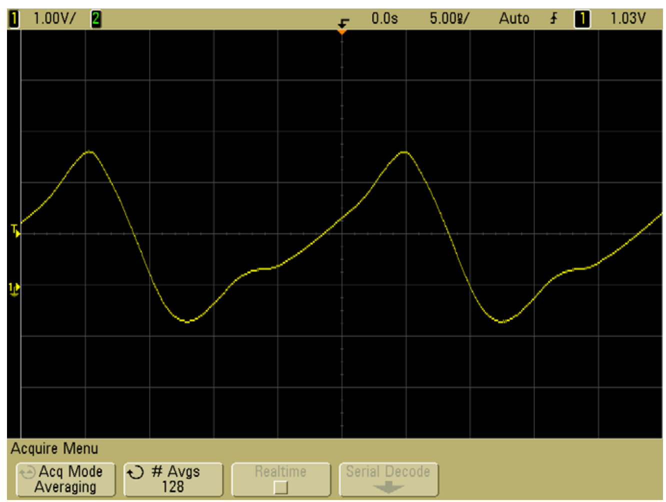


Abbildung 39 128 gemittelte Messungen zur Reduzierung von weißem Rauschen

Echtzeit-Abtastmöglichkeiten (Realtime)

Bei der Echtzeit-Abtastung werden alle Abtastwerte während eines einzigen Signalerfassungszyklus (ausgelöst durch ein einziges Triggerereignis) erfasst.

Diese Option eignet sich für Messungen mit sporadischen oder instabilen Triggern oder zur Erfassung von komplexen, dynamischen Signalen wie z. B. Augendiagrammen.

Die Echtzeit-Abtastung kann in den Signalerfassungsbetriebsarten **Normal**, **Peak Detect** oder **High Resolution** aktiviert werden. In den Signalerfassungsbetriebsarten **Averaging**. kann die Echtzeit-Option nicht verwendet werden.

Aktivierte Echtzeit-Abtastung (z. B. in der Standardeinstellung)

- Wenn weniger als 1000 Abtastwerte für die auf dem Display angezeigte Zeitspanne erfasst werden, wird das angezeigte Signal mithilfe eines hochentwickelten Rekonstruktionsfilters ergänzt.
- Wenn Sie die Taste **Stop** drücken und das Signal mit der „Pan“- und „Zoom“-Funktion vergrößern bzw. verkleinern, wird nur der zuletzt vom Trigger erfasste Signalzyklus angezeigt.

Deaktivierte Echtzeit-Abtastung

- Das Oszilloskop erzeugt ein Signal aus Abtastwerten mehrerer Signalerfassungszyklen. Der Rekonstruktionsfilter kommt in diesem Fall nicht zum Einsatz.

Echtzeit-Abtastung und Oszilloskop-Bandbreite

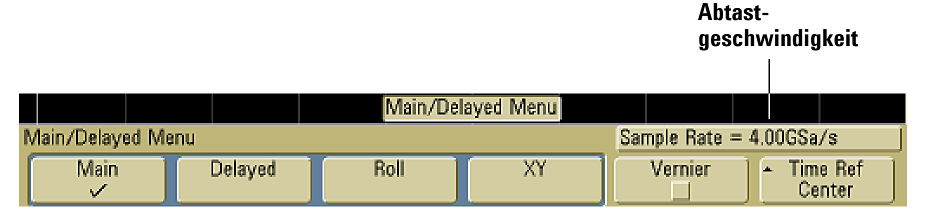
Zur präzisen Rekonstruktion eines abgetasteten Signals sollte die Abtastgeschwindigkeit mindestens viermal so groß sein, wie die Hochfrequenzkomponente des Signals. Das rekonstruierte Signal kann andernfalls verzerrt sein oder Aliasing-Artefakte enthalten. Ein Aliasing wird meist als ein Flimmern an den positiven Flanken wahrgenommen.

Die maximale Abtastgeschwindigkeit für Oszilloskop mit 100 MHz und 300 MHz Bandbreite beträgt 2 GSa/s.

Die maximale Abtastgeschwindigkeit für Oszilloskop mit 500 MHz-Bandbreite beträgt 4 GSa/s pro Kanal bei einem Kanalpaar. Ein Kanalpaar bilden jeweils Kanal 1 und 2 und Kanal 3 und 4. So beträgt beispielsweise die Abtastgeschwindigkeit bei einem Oszilloskop mit vier Kanälen 4 GSa/s, wenn die Kanäle 1 und 3, 1 und 4, 2 und 3 oder 2 und 4 eingeschaltet sind.

Sobald beide Kanäle eines Kanalpaares eingeschaltet sind, verringert sich die Abtastgeschwindigkeit für alle Kanäle um die Hälfte. Wenn also beispielsweise die Kanäle 1, 2 und 3 eingeschaltet sind, beträgt die Abtastgeschwindigkeit für alle Kanäle 2 GSa/s.

Zur Anzeige der Abtastgeschwindigkeit drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **Main/Delayed**. Die Abtastgeschwindigkeit erscheint direkt in der Zeile über den Softkeys.



Rauschreduktion

Das Oszilloskop bietet verschiedene Möglichkeiten, ein etwa vorhandenes Rauschen am abgetasteten Signal zu reduzieren. Zunächst müssen Sie das Rauschen im Triggerpfad reduzieren, damit Sie ein stabiles Bild erhalten. Anschließend reduzieren Sie das Rauschen auf dem dargestellten Signal.

1 Schließen Sie ein Signal an das Oszilloskop an und wählen Sie eine Einstellung, bei der sich eine stabile Signaldarstellung ergibt.

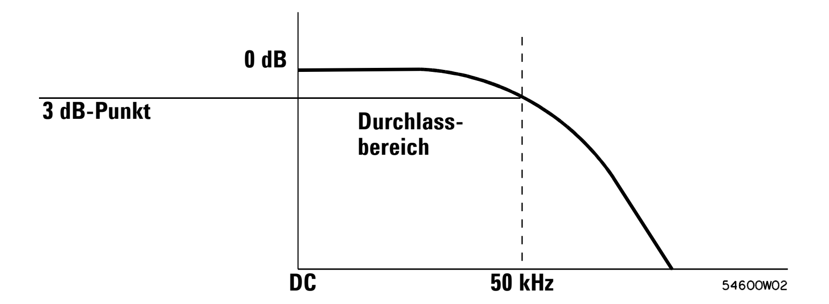
2 Entfernen Sie das Rauschen aus dem Triggerpfad durch die Aktivierung der Hochfrequenzunterdrückung (HF Reject), Tieffrequenzunterdrückung (LF Reject) oder Rauschunterdrückung (siehe nachfolgende Seiten).

3 Reduzieren Sie das Rauschen am angezeigten Signal durch Mittelung (siehe Seite 190).

„HF Reject“

In der Betriebsart „HF Reject“ ist dem Eingang ein Tiefpassfilter mit einer Grenzfrequenz 50 kHz (3-dB) vorgeschaltet. Mit diesem Filter können Sie hochfrequente Störsignale im Triggerpfad, beispielsweise von Rundfunk- oder Fernsehsendern, unterdrücken.

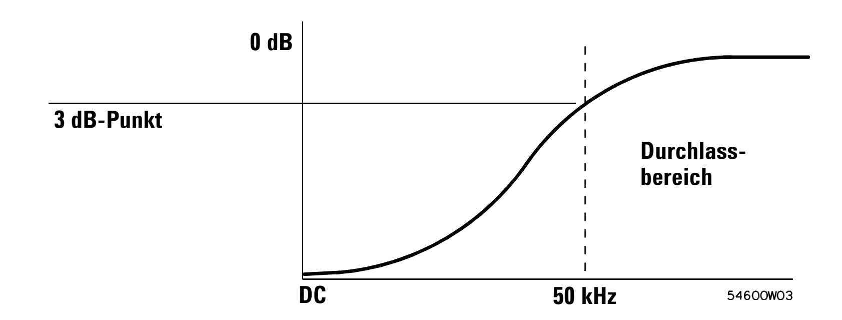
- Drücken Sie **Mode/Coupling→HF Reject**.



Tieffrequenzunterdrückung

In der Betriebsart „LF Reject“ ist dem Eingang ein Hochpassfilter mit einer Grenzfrequenz 50 kHz (3-dB) vorgeschaltet. Mit diesem Filter können Sie niederfrequente Störsignale, beispielsweise Netzeinstreuungen, im Triggerpfad unterdrücken.

- Drücken Sie **Mode/Coupling→Coupling→LF Reject**.



Rauschunterdrückung

Die Rauschunterdrückung vergrößert die Trigger-Hysterese. Dadurch verringert sich die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Oszilloskop auf Rauschen triggert. Allerdings verringert sich dadurch auch die Triggerempfindlichkeit; das bedeutet, dass zur Triggerung eine etwas größere Signalamplitude erforderlich ist.

- Drücken Sie **Mode/Coupling→HF Reject**.

Erfassung von Störimpulsen oder schmalen Impulsen mithilfe von „Peak Detect“ und „Infinite Persistence“

Ein Störimpuls ist eine schnelle, im Vergleich zum Nutzsignal kurze Signaländerung. In der Signalerfassungsbetriebsart „Peak Detect“ können solche Störimpulse oder schmale Impulse problemlos angezeigt werden. Im Gegensatz zur Signalerfassungsbetriebsart „Normal“ werden bei „Peak Detect“ schmale Störimpulse und steile Flanken heller dargestellt und sind dadurch leichter erkennbar.

Den Störimpuls können Sie mithilfe der Cursor oder den automatischen Messfunktionen

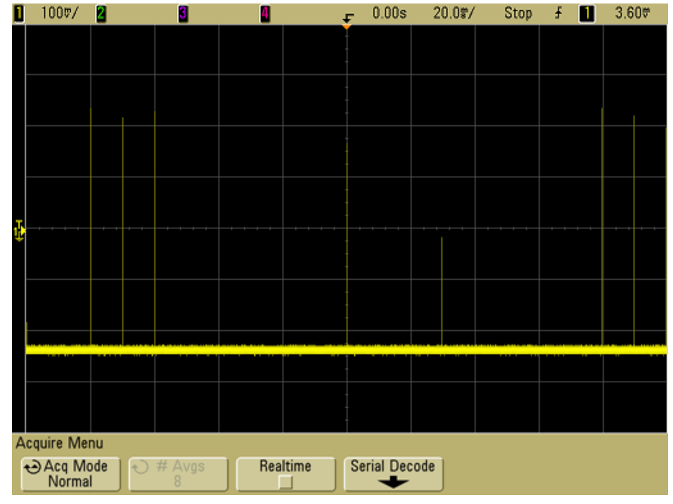


Abbildung 40 15 ns schmaler Impuls, 20 ms/div, Betriebsart „Normal“

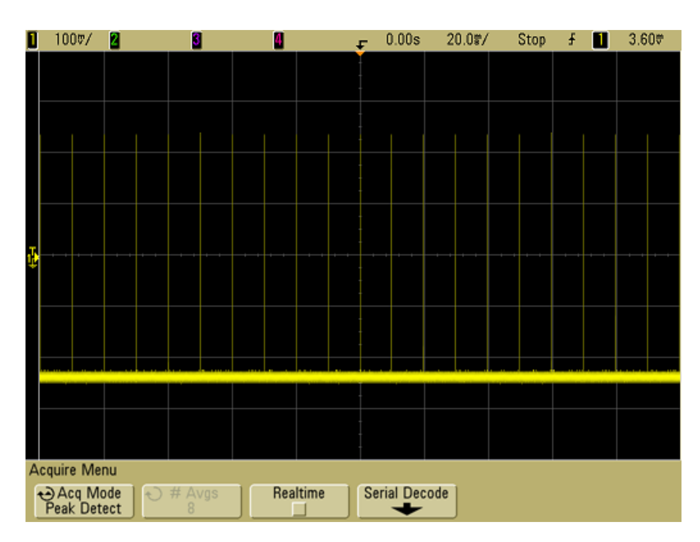


Abbildung 41 15 ns schmaler Impuls, 20 ms/div, Betriebsart „Peak Detect"

Störimpuls mithilfe der Betriebsart „Peak Detect“ finden

1 Schließen Sie ein Signal an das Oszilloskop an und wählen Sie eine Einstellung, bei der sich eine stabile Signaldarstellung ergibt.

2 Drücken Sie zum Auffinden eines Störimpulses die Taste **Acquire** und dann den Softkey **Acq Mode**, bis **Peak Detect** angezeigt wird.

3 Drücken Sie die Taste **Display** und anschließend den Softkey ∞ **Persist** (Infinite Persistence).

   Mit „Infinite Persistence“ (unbegrenzte Speicherung) wird die Anzeige mit neuen Datenzugängen aktualisiert, ohne dabei die Ergebnisse vorheriger Signalerfassungszyklen zu löschen. Neue Abtastwerte werden mit normaler Helligkeit dargestellt, alte Messkurven mit verringerter Helligkeit grau angezeigt. Auf außerhalb des Signaldarstellungsbereichs liegende Teile der Messkurve wird „Infinite Persistence“ nicht angewandt.

   Mit dem Softkey **Clear Display** können Sie die alten Abtastwerte vom Bildschirm löschen. Anschließend werden wieder so lange Messkurven übereinander geschrieben, bis Sie mit ∞ **Persist** abschalten.

4 Analysieren des Störimpulses mit verzögerter Zeitbasis

   a Drücken Sie die Taste **Main/Delayed** und anschließend den Softkey **Delayed**.

   b Wählen Sie eine schnellere Zeitbasis, damit der Störimpuls mit höherer Auflösung dargestellt wird.

   c Verschieben Sie das Signal mithilfe des horizontalen Verzögerungszeit-Drehknopfs (◀▶) in der Weise, dass der Störimpuls im Fenster für die verzögerte Zeitbasis vergrößert dargestellt wird.

Die Funktion „AutoScale“

Bei der automatischen Skalierung (AutoScale) wählt das Oszilloskop automatisch die für das jeweilige Eingangssignal passende Anzeige, indem es die an allen Kanälen und am externen Triggereingang vorhandenen Signale analysiert.

Die „AutoScale“-Funktion findet und skaliert alle periodischen Signale mit einer Frequenz von mindestens 50 Hz, einem Tastverhältnis von mehr als 0,5% und einer Amplitude von mindestens 10 mV Spitze-Spitze. Alle Kanäle, in denen kein solches Signal vorhanden ist, werden abgeschaltet.

Zur automatischen Wahl der Triggerquelle werden die Eingänge nach einem gültigen Triggersignal durchsucht. Begonnen wird dabei mit dem externen Triggereingang, gefolgt vom Kanal mit der höchsten Nummer bis zum Kanal mit der niedrigsten Nummer.

Bei der automatischen Skalierung wird die Verzögerungszeit auf 0,0 Sekunden eingestellt und die Triggerbetriebsart „Edge“ gewählt. Die Zeitbasis wird so gewählt, dass etwa zwei Signalperioden auf dem Display zu sehen sind. Die „AutoScale“-Funktion hat keinen Einfluss auf den Zustand der „Vectors“-Betriebsart.

„AutoScale“ rückgängig machen

Durch Drücken des Softkeys **Undo AutoScale** können Sie das Oszilloskop wieder in die Einstellung bringen, in der es sich vor Betätigung der Taste **AutoScale** befand.

Dies kann hilfreich sein, wenn Sie die Taste **AutoScale** irrtümlich gedrückt haben oder wenn Ihnen die automatisch gewählte Einstellung nicht optimal erscheint.

Kanäle für die „AutoScale"-Anzeige bestimmen

Mit den **Channels**-Softkeys können Sie festlegen, welche Kanäle bei späteren automatischen Skalierungen angezeigt werden sollen.

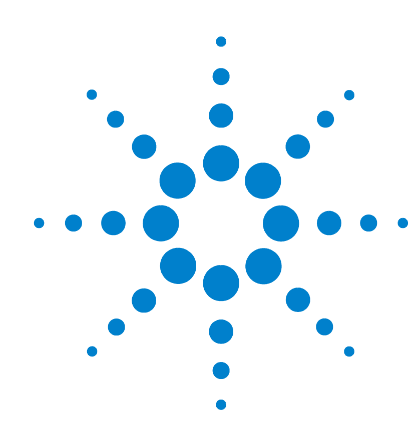
- **All Channels** - Beim nächsten Drücken auf **AutoScale** werden alle Kanäle, die die „AutoScale"-Anforderungen erfüllen, angezeigt.
- **Only Displayed Channels** - Beim nächsten Drücken auf **AutoScale** werden nur die eingeschalteten Kanäle auf Signalaktivität geprüft. Dies ist dann sinnvoll, wenn Sie nur bestimmte aktive Kanäle mit **AutoScale** anzeigen möchten.

Signalerfassungsbetriebsart während „AutoScale" beibehalten

Bei der Auswahl von „AutoScale" wird in der Regel in die Signalerfassungsbetriebsart „Normal" umgeschaltet. Sie können „AutoScale" so einstellen, dass sich die Signalerfassungsbetriebsart nicht ändert.

Wählen Sie „Normal", so dass das Oszilloskop beim Drücken der Taste **AutoScale** in die Signalerfassungsbetriebsart „Normal" schaltet. Das ist die Standardbetriebsart.

Wählen Sie „Preserve", so dass das Oszilloskop eine zuvor gewählte Signalerfassungsbetriebsart beibehält, wenn auf **AutoScale** gedrückt wird.

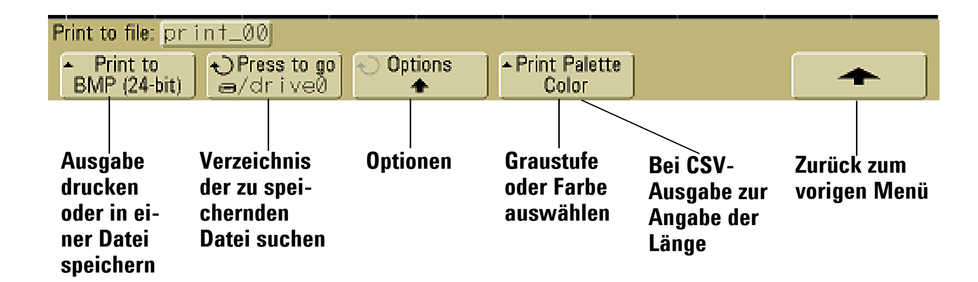


6
Speichern und Drucken von Daten

Druckoptionen konfigurieren

Ihre Ausgabe können Sie in einer Datei speichern oder an einem USB-Drucker ausdrucken. Im Menü **Print Config** können Sie einen Bilddateityp auswählen oder einen Drucker konfigurieren.

Drucken können Sie Normierungsfaktoren, in Farbe oder in Graustufen und Sie können auswählen, ob jedes Signal auf einem unterschiedlichen Blatt ausgegeben werden soll (Papiervorschub). Wenn Sie Druckerfarbe sparen möchten, können Sie die Anzeige der Rasterfarben umkehren, so dass der Hintergrund weiß anstatt schwarz ist.



Auswahl eines Dateiformats zum Drucken

Drücken Sie zur Auswahl eines Dateiformats **Utility→Print Config→Print to**. Sie können eine Bilddatei in einem der folgenden Formate auswählen:

- **BMP (8-bit) image file** - Der gesamte Bildschirminhalt einschließlich Statuszeile und Softkey-Funktionsbezeichnungen wird in geringerer Auflösung als Bitmap-Datei ausgegeben.
- **BMP (24-bit) image file** - Der gesamte Bildschirminhalt einschließlich Statuszeile und Softkey-Funktionsbezeichnungen wird in einer größeren, hochauflösenden Bitmap-Datei ausgegeben.
- **BMP (24-bit) image file** - Der gesamte Bildschirminhalt einschließlich Statuszeile und Softkey-Funktionsbezeichnungen wird in dem hochauflösenden PNG-Format als Bitmap-Datei ausgegeben.

- **CSV data file** - Die numerischen Signaldaten und die dargestellten Kanäle werden in einer Wertedatei mit Trennkommas (CSV-Format) ausgegeben. Das Format eignet sich für die tabellarische Analyse von Daten.
- **ASCII XY data file** - Legt eine separate Datei für jede Kanalausgabe an. Ein Beispiel: print_nn_channel1.csv. Die maximale Datensatzlänge wird in der Single-Shot-Betriebsart erfasst.
- **BIN data file** — Speichert Signaldaten in einem binären Dateiformat (siehe „Binärdaten (.bin)“ auf Seite 229).

Längenbestimmung

Bei der Auswahl der Formate CSV, ASCII XY oder BIN wird der Softkey **Length** angezeigt. Durch **Length** wird die Anzahl der in der Datei zu speichernden Datenpunkte festgelegt. Bei laufender Signalerfassung können für **Length** die Werte 100, 250, 500 oder 1000 gewählt werden. Bei einer angehaltenen Erfassung können sogar noch höhere Werte angegeben werden.

Es werden nur die dargestellten Datenpunke ausgegeben. Sie müssen deshalb mit der horizontalen Steuerung die zu speichernden Daten korrekt erfassen.

Bei Bedarf können mit „Length“ Abtastwerte im Verhältnis „1 zu n“ dezimiert werden. Wenn beispielsweise für **Length** 1000 angegeben wurde und Sie einen Datensatz mit 5000 Punkten darstellen möchten, werden 4 von 5 Punkten dezimiert, so dass die Ausgabedatei über 1000 Punkte verfügt.

Minimale und maximale Werte in CSV-Dateien

Wenn Sie „Minimum“- oder „Maximum“- Messungen unter „Quick Measurement“ ausführen werden die in „Quick Measurement“ angezeigten minimalen und maximalen Werte nicht in der CSV-Datei angezeigt.

Erklärung:

Beträgt die Abtastgeschwindigkeit des Oszilloskops 4 GSa/s wird alle 250 ps ein Abtastwert erfasst. Wurde die Zeitablenkung auf 100 ns/div festgelegt werden 1000 ns an Daten angezeigt (da das Display über 10 Divisionen verfügt). Zur Erfassung der kompletten Anzahl an Abtastwerten benötigt das Oszilloskop:

$$1000ns \times 4Gsa/s = 4000samples$$

Zur Darstellung der gemessenen Daten werden die 4000 Punkte auf 1000 Punkte dezimiert. Durch diese Dezimierung gehen keine minimalen und maximalen Werte verloren; sie werden bei den 1000 horizontalen Datenpunkten korrekt auf dem Display wiedergegeben. Die überabgetasteten Daten werden allerdings auch verarbeitet, damit ein optimaler Schätzwert für die 1000 horizontalen Punkte vorhanden ist. Die in der CSV-Datei ausgegeben Daten enthalten dann bei jedem der 1000 horizontalen Punkte diesen Schätzwert. Die minimalen und maximalen Werte müssen deshalb in der CSV-Datei nicht angegeben werden.

Bei der Überabtastung (Oversampling) geschieht Folgendes: (10 * Sekunden pro Division * maximale Abtastgeschwindigkeit > 1000).

HINWEIS

Zum Übertragen von CSV-, ASCII XY- oder BIN-Daten sowie BMP- oder PNG-Bilder auf ein USB-Speichergerät drücken Sie die Taste **Quick Print** (siehe „Display drucken“ auf Seite 83).

Auswahl von Druckoptionen

Drücken Sie **Utility→Print Config→Options**.

- **Factors** - Wählen Sie **Factors**, wenn die Skalenfaktoren mit ausgedruckt werden sollen. Beim Drucken in eine Bilddatei werden die Skalenfaktoren in eine separate Datei mit dem Namen PRINT_nn.TXT geschrieben. Beim Drucken in eine CSV-Datei werden die Skalenfaktoren an das Ende der Datei angehängt. Die Skalenfaktoren beinhalten die Vertikal-, Horizontal-, Trigger-, Signalerfassungs-, Math- und Display-Einstellungen.
- **Invert Graticule Colors** - Mit der Option **Invert Graticule Colors** können Sie die Menge der zum Drucken benötigten schwarzen Farbe reduzieren, indem Sie den Hintergrund von schwarz zu weiß wechseln.
- **Form Feed** Bei der Auswahl der Option **Form Feed** sendet das Oszilloskop nach Abschluss des Druckvorgangs einen Papiervorschub-Code. Aktivieren Sie diesen Softkey, wenn Sie nur einen einzigen Bildschirminhalt pro Blatt ausdrucken möchten. Deaktivieren Sie **Form Feed**, wenn Sie mehrere Bildschirminhalte auf das gleiche Blatt ausdrucken möchten. Beim Drucken in eine Datei ist die Option **Form Feed** nicht verfügbar und wird grau angezeigt.

Druckpalette

- **Color** - Bei der Auswahl von **Color** werden die Messkurven in Farbe gedruckt. Für das CSV-Format ist der Farbdruck nicht verfügbar.
- **Grayscale** Bei der Auswahl von **Grayscale** werden die Messkurven in verschiedenen Graustufen ausgegeben. Für das CSV-Format ist der Graustufendruck nicht verfügbar.

Displaybereich in Datei drucken

1 Wenn Sie in eine Datei drucken möchten, schließen Sie das USB-Massenspeichergerät an den USB-Anschluss auf der Vorder- oder Rückseite des Oszilloskops an.
2 Rufen Sie das Menü „Print Config“ durch Drücken von **Utility→Print Config** auf.
3 Wählen Sie mit dem Softkey **Print to** ein Format aus.
4 Drücken Sie den zweiten Softkey von links und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf ein Verzeichnis zum Speichern der Bilddatei aus. Sie können den Speicherort auf dem angeschlossene USB-Massenspeichergerät oder in einem Unterverzeichnis Ihrer Wahl angeben.
5 Drücken Sie auf der Frontplatte den Softkey **Quick Print**.
6 Für nachfolgende Ausdrucke drücken Sie einfach erneut den Softkey **Quick Print**.

HINWEIS

Falls zwei USB-Massenspeichergeräte angeschlossen sind, erhält das erste Gerät die Bezeichnung „drive0“” und das zweite „drive5“, jedoch nicht „drive1“. Diese Nummerierungsmethode ist eine konfigurierte Norm für USB-Treiber.

Displaybereich am USB-Drucker ausgeben

Einen USB-Drucker können Sie über die USB-Hostanschlüsse auf der Vorder- und Rückseite des Oszilloskops anschließen. (Im Gegensatz zu dem viereckigen USB-Geräteanschluss ist der USB-Hostanschluss rechteckig.) Sie benötigen ein USB-Kabel, um den Drucker an das Oszilloskop anzuschließen.

1 Schließen Sie den Drucker an einen USB-Anschluss auf der Vorder- oder Rückseite des Geräts an. Auf Seite Seite 210 finden Sie eine Liste der unterstützen Drucker.

2 Rufen Sie das Menü „Print Config“ durch Drücken von **Utility→Print Config** auf.

3 Wählen Sie mit dem Softkey **Print to** den Drucker aus.

   Wenn das Oszilloskop den angeschlossenen Drucker erkennt, wählt es automatisch den richtigen Treiber aus.

   Falls kein Treiber automatisch erkannt wird, wählen Sie mithilfe des Softkeys **Driver** und dem Eingabedrehknopf den richtigen Treiber für Ihren Drucker aus. Wählen Sie **Generic**, wenn Sie nicht wissen, welchen Treiber Sie benötigen.

4 Drücken Sie auf der Frontplatte den Softkey **Quick Print**.

5 Für nachfolgende Ausdrucke drücken Sie einfach erneut den Softkey **Quick Print**.

Unterstützte Drucker

Drucker

Während der Arbeit an diesem Benutzerhandbuch wurden die folgenden HP-Drucker getestet und als kompatibel mit Oszilloskopen der Familie 5000A eingestuft:

DeskJet 9800
Deskjet 6980
Deskjet 6940

Des Weiteren werden auch folgende HP Drucker unterstützt:

Deskjet 350C
Deskjet 610C & 612C
Deskjet 630C & 632C
Deskjet 656
Deskjet 825
Deskjet 845C
Deskjet 648C
Deskjet 810C & 812C & 815C & 816C
Deskjet 842C
Deskjet 920
Deskjet 932C & 935C
Deskjet 940 & 948
Deskjet 952C
Deskjet 960
Deskjet 970C
Deskjet 980
Deskjet 990C
Deskjet 995
Deskjet 1220C & 1125C
Deskjet 3816 & 3820
Deskjet 5550 & 5551
Deskjet 6122 & 6127
Deskjet 5600 & 5100 & 5800
Deskjet CP1160 & CP1700
Deskjet 9300 & 9600
Deskjet PhotoSmart PS100 & PS130 & PS230 & PS140 & PS240 & 1000 & 1100
Deskjet PhotoSmart P2500 & P2600
Deskjet PhotoSmart PS1115 & PS1215 & PS12818 & PS1315

Deskjet PhotoSmart PS7150 & PS7350 & PS7550
Deskjet PhotoSmart PS7960 & PS7760 & & PS7660 & PS7260 & PS7268
Deskjet PSC 2100 & 2150 & 2200 & 2300 & 2400 & 2500 & 2170
Officejet 5100 & 6100 & 6150 & 7100 & 9100
Apollo P2100 & P2150
Apollo P2200 & P2250
E-Printer e20
Business InkJet 2200 & 2230 & 2250 & 2280 & 3000 & 1100 & 2300
Deskjet 600
Deskjet 640 & 642 & 644
Deskjet 660C
Deskjet 670 & 670TV & 672TV & 672C
Deskjet 680C & 682C
Deskjet 690C & 692C & 693C & 694C & 695C & 697C
Deskjet 830C & 832C
Deskjet 840C & 843
Deskjet 880 & 882C
Deskjet 895C
Deskjet 930C
Deskjet 950C & 955 & 957
Deskjet 975C

Optionale Betriebsart „Secure Environment“

Die Betriebsart „Secure Environment“ erfüllt Normen, die im Kapitel 8 des „NISPOM“-Handbuches aufgeführt (National Industrial Security Program Operating Manual) werden.

Bei Oszilloskopen mit dieser optionalen Betriebsart werden Konfigurationen und Messkurven in einem flüchtigen internen Speicher gespeichert (und nicht in einem nicht-flüchtigen internen Speicher). Beim Ausschalten gehen diese Informationen verloren und können nach erneutem Einschalten von keinem anderen Benutzer gelesen werden. Die Uhrzeit-, LAN- und GPIB-Einstellungen werden jedoch nicht gelöscht.

Wenn Sie Daten dauerhaft speichern möchten, können Sie diese auf ein externes Gerät über die USB-Anschlüsse übertragen.

Die Betriebsart „Secure Environment“ lässt sich nicht abstellen.

Bei Oszilloskopen mit der optionalen Betriebsart „Secure Environment“ wird in dem Info-Dialog „About Oscilloscope“ in der Zeile „Installed Licenses“ die Information „SEC“ angezeigt. Zum Aufrufen des Dialogfensters „About Oscilloscope“ drücken Sie zuerst die Taste **Utility** dann den Softkey **Service** und schließlich den Softkey **About Oscilloscope**.

Speichern und Zurückladen von Messkurven und Konfigurationen

Sie können die aktuellen Konfigurationen und Messkurven im internen Speicher des Oszilloskops speichern. Bei Oszilloskopen der Familie 5000A, die nicht über die optionale Betriebsart „Secure Environment“ verfügen, werden die Daten im nichtflüchtigen internen Speicher abgelegt. Bei Oszilloskopen mit der optionalen Betriebsart „Secure Environment“ werden die Daten im flüchtigen internen Speicher gespeichert.

Sie können allerdings bei allen Oszilloskop dieser Familie Konfigurationen und Messkurven auf ein USB-Massenspeichergerät (z. B. ein USB-Flashlaufwerk) übertragen und von dort zu einem späteren Zeitpunkt wieder zurückladen.

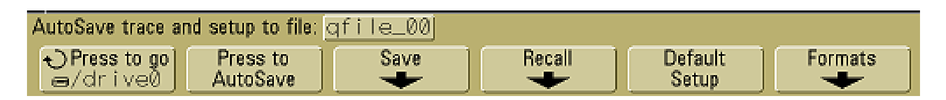
Schließen Sie keine USB-Geräte oder USB-Hub-Geräte an, sofern sich diese als Hardwaretyp „CD“ zu erkennen geben, da solche Geräte mit Oszilloskopen der Familie 5000A nicht kompatibel sind.

Wenn Sie eine Konfiguration speichern, werden alle Einstellungen, wie beispielsweise Messungen, Cursorkonfigurationen, mathematische Funktionen sowie die Horizontal-, Vertikal- und Trigger-Einstellungen in der ausgewählten Datei abgelegt.

Wenn Sie eine Messkurve speichern, wird der angezeigte Bereich der Signalerfassung (die sichtbare Wellenform) zusammen mit anderen Messwerten gesichert. Diese Daten können Sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder zurückladen und vergleichen. Zurückgeladene Messkurven werden im Display blau angezeigt.

Eine zurückgeladene Messkurve wird in der Regel zum schnellen Vergleich der Messergebnisse verwendet. Ein Beispiel: Sie möchten eine Messung an einem bekanntermaßen guten System vornehmen, die Ergebnisse im internen Speicher oder auf dem USB-Massenspeichergerät sichern, die gleiche Messung an einem Testsystem ausführen und schließlich die gespeicherte Messkurve zurückladen, um die Werte vergleichen zu können.

- Drücken Sie zum Aufruf des Menüs „Save/Recall“ die Taste **Save/Recall**.



Messkurven und Konfigurationen mit der Funktion „AutoSave“ speichern

1 Schließen Sie ein Signal an das Oszilloskop an und wählen Sie eine Einstellung, bei der sich eine stabile Signaldarstellung ergibt.

2 Schließen Sie ein USB-Massenspeichergerät an den USB-Anschluss auf der Vorder- oder Rückseite des Oszilloskops an.

HINWEIS

Information zu USB-Anschlüssen

Die USB-Anschlüsse auf der Vorder- und Rückseite des Oszilloskops mit der Bezeichnung „HOST“ sind USB-Buchsen vom Typ A. Über diese Buchsen können Sie USB-Massenspeichergeräte und Drucker anschließen.

Die viereckigen Buchsen auf der Rückseite mit der Bezeichnung „DEVICE“ dienen der Steuerung des Oszilloskops über eine USB-Schnittstelle. Weitere Informationen hierzu finden Sie in den Handbüchern zum Oszilloskop, wie z. B. dem *Programmer's Quick Start Guide* oder der *Programmer's Reference*. Diese Informationen sind auch online erhältlich. Rufen Sie dazu in Ihrem Browser www.agilent.com/find/dso5000 auf und wählen Sie zuerst „Technical Support“ und dann „Manuals“.

Falls zwei USB-Massenspeichergeräte angeschlossen sind, erhält das erste Gerät die Bezeichnung „drive0“ und das zweite „drive5“, jedoch nicht „drive1“. Diese Nummerierungsmethode ist eine konfigurierte Norm für USB-Treiber.

3 Drücken Sie die Taste **Save/Recall**.

4 Drehen Sie den Eingabedrehknopf und drücken Sie dann zur Auswahl eines USB-Massenspeichergeräts den Softkey ganz links.

5 Drücken Sie den Softkey **Press to AutoSave**.

Ihre derzeitigen Konfigurationen und Messkurven werden auf dem USB-Massenspeichergerät als Dateien mit automatisch generierten Dateinamen (**`QFILE_nn)`** gespeichert. Der Dateiname wird in der Zeile oberhalb des Softkeys angezeigt.

Die anstelle von **nn** angezeigt Zahl im Dateinamen **QFILE_nn** erhöht sich mit dem Speichern neuer Dateien auf dem USB-Massenspeichergerät automatisch (beginnend mit **00**).

Im „File Explorer"-Menü (**Utility→File Explorer**) wird die Messkurvendatei mit der Dateierweiterung **TRC** angezeigt und die Konfigurationsdatei mit der Dateierweiterung **SCP**.

Messkurven und Konfigurationen im internen Speicher speichern oder eine vorhandene Datei auf dem USB-Massenspeichergerät überschreiben

1 Schließen Sie zum Speichern einer Messkurve bzw. einer Konfiguration das USB-Massenspeichergerät an das Oszilloskop an.

2 Drücken Sie die Taste **Save/Recall**.

3 Drücken Sie den Softkey **Save**, um das Menü „Save" anzuzeigen.

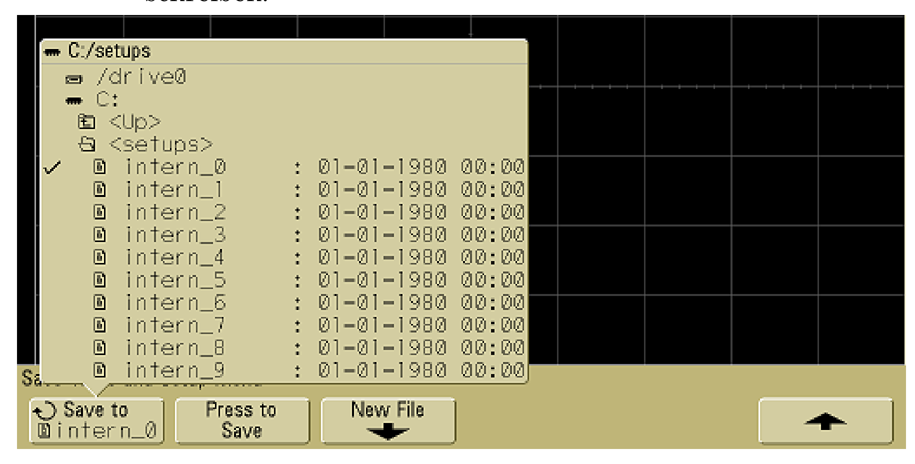


4 Drehen Sie den Eingabedrehknopf und drücken Sie zum Überschreiben einer Datei im internen Speicher oder auf dem USB-Massenspeichergerät den Softkey ganz links.

Im nachfolgenden Bildschirm:

- **drive0** ist ein an das Oszilloskop angeschlossenes USB-Massenspeichergerät.
- **C:** ist das Stammverzeichnis des internen Oszilloskop-Speichers.
- **intern0** bis **intern9** sind die internen nicht-flüchtigen Speicherorte, die zum Speichern von Konfigurationen und Messkurven genutzt werden können.
- Mit der Auswahlfunktion **<up>** können Sie in der Verzeichnisstruktur zu einer höheren Ebene wechseln.

In dem internen Oszilloskop-Speicher können Sie keine neuen Dateinamen angeben, sondern nur vorhandene Dateien überschreiben.



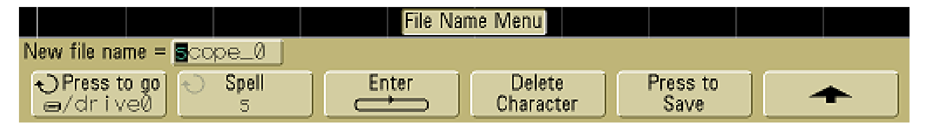
5 Wenn Sie einen zu überschreibenden Dateinamen ausgewählt haben, drücken Sie zum Speichern Ihrer derzeitigen Konfiguration und Messkurve den Softkey **Press to Save**.

Messkurven und Konfigurationen in einer neuen Datei auf dem USB-Massenspeichergerät speichern

1 Führen Sie die auf Seite 216 beschriebenen Schritte 1-3 durch.

2 Drehen Sie den Eingabedrehknopf und drücken Sie dann zur Auswahl eines USB-Massenspeichergeräts den Softkey ganz links.

3 Drücken Sie zum Anlegen eines neuen Dateinamens den Softkey **New File**.



Dateien mit neuen Namen können nur auf einem USB-Massenspeichergerät, jedoch nicht im internen Speicher erstellt werden.

4 Drehen Sie zur Auswahl des ersten Zeichens im Dateinamen den Eingabedrehknopf.



Wenn Sie den Eingabedrehknopf drehen, wird ein neues Zeichen zur Eingabe an der markierten Stelle in der Zeile „**New file name =**“ oberhalb der Softkeys und im Softkey **Spell** ausgewählt.

5 Drücken Sie den Softkey **Enter**, um das ausgewählte Zeichen einzugeben und zur nächsten Eingabestelle zu wechseln.

Durch aufeinanderfolgendes Drücken des Softkeys **Enter** können Sie jedes beliebige Zeichen im Dateinamen markieren.

6 Zum Löschen eines Zeichens aus dem Dateinamen drücken Sie solange den Softkey **Enter**, bis das zu löschende Zeichen markiert ist. Anschließend drücken Sie den Softkey **Delete Character**.

7 Wenn Sie alle Zeichen des Dateinamens eingegeben haben, drücken Sie zum Speichern der Datei den Softkey **Press to Save**.

Es werden zwei Dateien auf dem USB-Massenspeichergerät gespeichert. Im Beispiel oben lautet die Messkurvendatei **SCOPE1.TRC** und die Konfigurationsdatei **SCOPE1.SCP**. Sie müssen sich diese Dateinamenerweiterungen nicht merken, weil Sie beim Zurückladen dieser Informationen im Menü „Recall“ entweder „Trace“ (Messkurve) oder „Setup“ (Konfiguration) bzw. beide Optionen wählen können.

Messkurven und Konfigurationen zurückladen

1 Schließen Sie zum Zurückladen einer Messkurve bzw. einer Konfiguration das USB-Massenspeichergerät an das Oszilloskop an.

2 Drücken Sie zum Aufruf des Menüs „Save/Recall“ die Taste **Save/Recall**.

3 Drücken Sie den Softkey **Recall**, um das Menü „Recall“ anzuzeigen.



4 Drücken Sie zum Zurückladen der gewünschten Daten den Softkey **Recall:**.

Sie können eine Messkurve mit **Trace** eine Oszilloskop-Konfiguration mit **Setup** sowie beide Informationsarten mit **Trace and Setup** zurückladen.

HINWEIS Wenn Sie die zurückgeladene Messkurve mithilfe von Cursorn vermessen möchten, müssen Sie „Trace and Setup“ wählen.

5 Geben Sie das Verzeichnis an und wählen Sie mit dem Eingabedrehknopf und dem jeweiligen Softkey eine rückzuladende Datei an.

Dateien mit dem Namen `INTERN_n` sind im nichtflüchtigen Internspeicher des Oszilloskops gespeichert. Alle übrigen aufgelisteten Dateien sind auf dem USB-Massenspeichergerät gespeichert.

HINWEIS **Beim Zurückladen werden die aktuellen Einstellungen überschrieben.**

Speichern Sie die aktuellen Einstellungen gegebenenfalls ab, bevor Sie eine Konfigurationsdatei zurückladen.

6 Drücken Sie zum Zurückladen der gewählten Datei den Softkey **Press to Recall**.

7 Die zurückgeladene Messkurve wird blau dargestellt.

8 Wenn Sie alle zurückgeladen Messkurven vom Display löschen möchten, drücken Sie **Display→Clear Display**.

„File Explorer" verwenden

Im Menü „File Explorer" können Sie Dateien auf das USB-Massenspeichergerät übertragen und von diesem löschen.

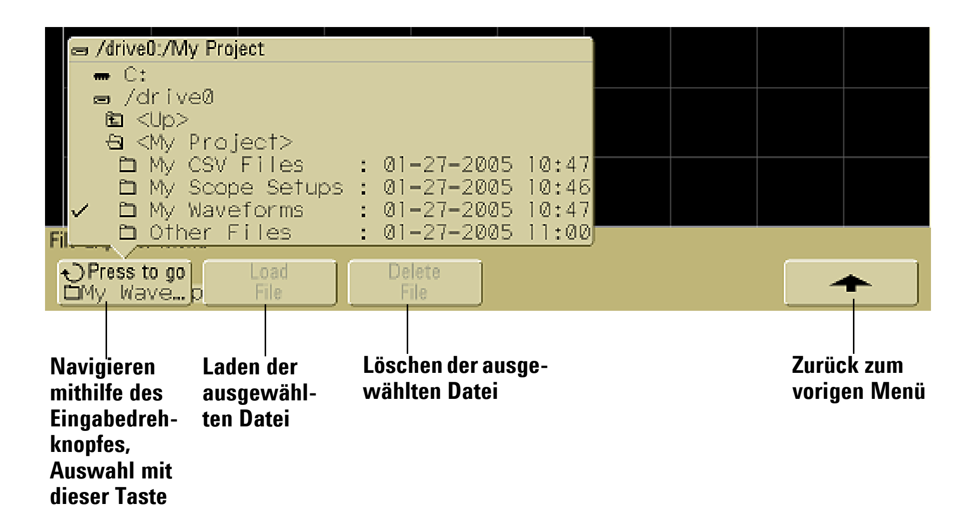
1 Schließen Sie ein USB-Massenspeichergerät an den USB-Anschluss auf der Vorder- oder Rückseite des Oszilloskops an. Ein erkanntes USB-Gerät wird durch einen kleines farbiges Kreissymbol dargestellt.

HINWEIS Schließen Sie keine USB-Geräte oder USB-Hub-Geräte an, sofern sich diese als Hardwaretyp „CD" zu erkennen geben, da solche Geräte mit Oszilloskopen der Familie 5000A nicht kompatibel sind.

2 Drücken Sie **Utility→File Explorer**.

3 Drücken Sie den Softkey ganz links und wählen Sie mithilfe des Eingabedrehknopfes das USB-Massenspeichergerät sowie die Datei in dem sich darauf befindenden Verzeichnis aus.

   Mithilfe eines Computers oder anderen Geräten können Sie auch Verzeichnisse auf dem USB-Massenspeichergerät anlegen. Auf alle erstellten Verzeichnisse können Sie dann mithilfe des Eingabedrehknopfes und dem Softkey ganz links zugreifen.



HINWEIS Falls zwei USB-Massenspeichergeräte angeschlossen sind, erhält das erste Gerät die Bezeichnung „drive0" und das zweite „drive5", jedoch nicht „drive1". Diese Nummerierungsmethode ist eine konfigurierte Norm für USB-Treiber.

4 Drücken Sie zum Laden einer Datei in das Oszilloskop den Softkey **Load File**.

Die folgenden Dateitypen können in das Oszilloskop geladen werden:

- **QFILE_nn.SCP** Konfigurationsdateien, **QFILE_nn.TRC** Messkurvendateien sowie andere mithilfe der Taste **Save/ Recall** erstellten benutzerdefinierten Messkurven- und Konfigurationsdateien
- Lokalisierte Sprachpaketdateien (**LANGPACK.JZP**)
- Systemsoftware-Dateien (***.BIN** und ***.JZP**)

Die folgenden Dateitypen können in das Oszilloskop nicht geladen werden:

- Alle **PRINT_nn.xxx**-Druckdateien
- Alle übrigen nicht mithilfe des Oszilloskops erstellten Dateien

5 Wenn Sie eine Datei vom USB-Massenspeichergerät löschen möchten, drücken Sie den Softkey **Delete File**.

HINWEIS

Gelöschte Dateien können nicht wiederhergestellt werden.

Sämtliche auf dem USB-Massenspeichergerät gelöschte Dateien können über das Oszilloskop nicht wiederhergestellt werden.

7
Referenz

Software- und Firmware-Updates

Agilent Technologies stellt in regelmäßigen Abständen Software- und Firmware-Updates zur Verfügung. Wenn Sie nach Firmware-Updates für Ihr Oszilloskop suchen, rufen Sie im Internet www.agilent.com/find/dso5000 auf und klicken Sie zuerst auf **Technical Support** und dann auf **Software Downloads & Utilities**.

In Ihrem Oszilloskop können Sie die installierten Software- und Firmware-Versionen anzeigen, wenn Sie auf **Utility→Service→About Oscilloscope** drücken.

I/O-Anschluss einrichten

Das Oszilloskop kann über LAN, USB oder GPIB bedient werden. Standardmäßig sind alle drei Anschlüsse freigeschaltet, obwohl sie auch über den Softkey **Control** im Menü „I/O“ deaktiviert werden können (drücken Sie hierzu **Utility→I/O)**.

Die I/O- Konfiguration des Oszilloskops kann durch Drücken von **Utility→I/O** aufgerufen werden. Es wird dann beispielsweise die IP-Adresse und der Hostname angezeigt.

Wenn Sie die I/O-Einstellungen ändern möchten, drücken Sie den Softkey **Configure** und wählen Sie den I/O-Verbindungstyp (GPIB, LAN oder USB).

Anweisungen zur Bedienung des Oszilloskops über die LAN-, GPIB- oder USB-Schnittstelle finden Sie im *Programmer's Quick Start Guide*.

Status der Garantie und des erweiterten Wartungsservices prüfen

Garantiestatus anzeigen

1 Besuchen Sie im Internet die Seite www.agilent.com/find/warrantystatus.
2 Geben Sie die Modell- und die Seriennummer Ihres Produkts ein. Es wird daraufhin der Garantiestatus zu Ihrem Produkt angezeigt. Falls unser System den Garantiestatus zu Ihrem Produkt nicht ermitteln kann, klicken Sie auf **Contact Us** und wenden Sie sich an einen Mitarbeiter von Agilent Technologies.

Gerät zurückgeben

Informieren Sie sich bitte bei der nächstgelegenen Verkaufs- oder Kundendienststelle von Agilent Technologies über die erforderlichen Versandbestimmungen, bevor Sie das Oszilloskop an Agilent Technologies schicken. Die jeweiligen Kontaktdaten finden Sie unter www.agilent.com/find/contactus.

1 Schreiben Sie die folgenden Informationen auf ein Etikett und befestigen Sie dieses am Oszilloskop.
   - Name und Adresse des Eigentümers
   - Modellnummer
   - Seriennummer
   - Beschreibung des erforderlichen Services oder Fehlermeldungen
2 Entfernen Sie etwaiges Zubehör vom Oszilloskop.

   Legen Sie nur dann Zubehörteile bei, wenn diese mit den Fehlersymptomen im Zusammenhang stehen.
3 Verpacken Sie das Oszilloskop.

   Sie können entweder das ursprüngliche Verpackungsmaterial verwenden oder eigenes Material benutzen, so dass das Gerät während des Versands ausreichend geschützt ist.
4 Versiegeln Sie die Transportverpackung und kennzeichnen Sie sie mit FRAGILE (ZERBRECHLICH).

Oszilloskop reinigen

1 Trennen Sie das Gerät vom Stromnetz ab.
2 Reinigen Sie die äußere Oberfläche des Oszilloskops mit einem weichen, mit Wasser oder einer milden Seifenlösung angefeuchteten Tuch.
3 Stellen Sie sicher, dass das Instrument vollständig trocken ist, bevor Sie es wieder an das Netzteil anschließen.

Binärdaten (.bin)

Den im Binärdatenformat gespeicherten Signaldatensätzen werden Kopfzeilen hinzugefügt, die diese Daten beschreiben.

Dateien in diesem Format sind ca. fünf Mal kleiner als im XY-Paar-Format.

Falls mehr als eine Quelle aktiv ist, werden bis auf die mathematischen Funktionen alle angezeigten Quellen in einer Datei gespeichert.

Bei der Signalerfassungsbetriebsart „Peak Detect“ werden die minimalen und maximalen Punktwerte eines Signals in einer Datei in verschiedenen „Signaldaten-Puffern“ gespeichert. Dabei werden zuerst die minimalen Datenpunkte gespeichert und anschließend die maximalen Werte.

Binärdaten in MATLAB

Binärdaten von Oszilloskopen der Familie 5000A können nach „The MathWorks MATLAB®“ importiert werden. Die entsprechenden MATLAB-Funktionen können Sie von der Agilent Technologies-Website unter www.agilent.com/find/dso5000sw herunterladen.

Agilent stellt Ihnen die erforderlichen „.m-Dateien“ zur Verfügung, die dann in der Arbeitsverzeichnis von MATLAB kopiert werden müssen. Das Standardverzeichnis lautet C:\MATLAB7\work.

Kopfzeilenformat der Binärdatei

File Header (Dateikopf)

Die Binärdatei verfügt nur über einen Dateikopf. Im Dateikopf sind die folgenden Informationen enthalten:

Cookie Ein Zeichen bestehend aus zwei Byte, nämlich AG. Das Cookie gibt an, dass die Datei das Binärdatenformat von Agilent aufweist.

Version Zwei Byte, die für die Dateiversion stehen.

File Size (Dateigröße) Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl an Byte in der Datei angibt.

Number of Waveforms (Anzahl der Signale) Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl der in der Datei gespeicherten Signale angibt.

Waveform Header (Signaldatenkopf)

Da in einer Datei mehr als ein Signaldatensatz gespeichert werden kann, verfügt jedes gespeicherte Signal über eine Kopfzeile. In einer solchen Kopfzeile wird jeweils der danach folgende Signaldatentyp angegeben.

Header Size (Kopfgröße) Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl an Byte in der Kopfzeile angibt.

Waveform Type (Signaldatentyp) Eine 32-Bit-Ganzzahl, die den in der Datei gespeicherten Signaldatentyp angibt.

- 0 = Unbekannt
- 1 = Normal
- 2 = Peak Detect
- 3 = Average
- 4 = Wird bei Oszilloskopen der Familie 5000A nicht verwendet
- 5 = Wird bei Oszilloskopen der Familie 5000A nicht verwendet
- 6 = Wird bei Oszilloskopen der Familie 5000A nicht verwendet

Number of Waveform Buffers (Anzahl der Signaldaten-Puffer)

Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl der Signaldaten-Puffer angibt, die zum Lesen der Daten erforderlich ist.

Points (Punkte) Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl der Signalpunkte im Datensatz angibt.

Count (Zählwert) Eine 32-Bit-Ganzzahl, die bei einer Signalerfassungsbetriebsart wie beispielsweise „Averaging” die Anzahl der in jedem Zeitfenster des Signaldatensatzes erfolgten Treffer angibt. Beispiel: In der Signalerfassungsbetriebsart „Averaging” würde ein Zählwert (Count) von vier bedeuten, dass jeder Datenpunkt im Signaldatensatz mindesten vier Mal gemittelt wurde. Der Standardwert ist 0.

X Display Range (Anzeigebereich der X-Achse) Eine 32 Bit-Gleitkommazahl, die angibt, wie lange das Signal auf der X-Achse angezeigt wird. Bei Signalen, für die ein Zeitbereich gilt, ist es die Zeitdauer auf dem Display. Falls der Wert null lautet, wurden keine Daten erfasst.

X Display Origin (Ursprungsanzeige auf der X-Achse) Eine 64-Bit-Gleitkommazahl (doppelte Genauigkeit), die den X-Achsenwert auf der linken Flanke des Displays angibt. Bei Signalen, für die ein Zeitbereich gilt, ist es der Startzeitpunkt auf dem Display. Aus Präzisionsgründen wird der Wert als doppelte Gleitkommazahl im 64 Bit-Format angegeben. Falls der Wert null lautet, wurden keine Daten erfasst.

X Increment (X-Stufen) Eine 64-Bit-Gleitkommazahl (doppelte Genauigkeit), die die Zeitdauer zwischen den Datenpunkten auf der X-Achse angibt. Bei Signalen, für die ein Zeitbereich gilt, ist es die Zeit zwischen den Abtastpunkten. Falls der Wert null lautet, wurden keine Daten erfasst.

X Origin (Ursprung X-Achse) Eine 64-Bit-Gleitkommazahl (doppelte Genauigkeit), die den X-Achsenwert des ersten Datenpunktes im Datensatz angibt. Bei Signalen, für die ein Zeitbereich gilt, ist es die Zeit, zu der der erste Punkt erfasst wird. Aus Präzisionsgründen wird der Wert als doppelte Gleitkommazahl im 64 Bit-Format angegeben. Falls der Wert null lautet, wurden keine Daten erfasst.

X Units (Einheiten X-Achse) Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Maßeinheit für die X-Werte angibt:

- 0 = Unbekannt
- 1 = Volt

- 2 = Sekunden
- 3 = Konstant
- 4 = Ampere
- 5 = dB
- 6 = Hz

Y Units (Einheiten X-Achse) Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Maßeinheit für die Y-Werte angibt: Die möglichen Werte sind oben unter „X Units (Einheiten X-Achse)“ aufgelistet.

Date (Datum) Eine Zeichenfolge im 16 Bit-Format, die bei Oszilloskopen der Familie 5000A leer ist.

Time (Zeit) Eine Zeichenfolge im 16 Bit-Format, die bei Oszilloskopen der Familie 5000A leer ist.

Frame (Rahmen) Eine Zeichenfolge aus 24 Byte, die die Modell- und Seriennummer des Oszilloskops in folgendem Format angibt: MODEL#:SERIAL#.

Waveform Label (Signalbezeichnung) Eine Zeichenfolge aus 16 Byte, die die Bezeichnung enthält, welche dem Signal zugewiesen wurde.

Time Tags (Zeitmarkierungen) Eine 64-Bit-Gleitkommazahl (doppelte Genauigkeit), die bei Oszilloskopen der Familie 5000A nicht verwendet wird.

Segment Index (Segmentindex) Eine vorzeichenlose 32-Bit-Ganzzahl, die bei Oszilloskopen der Familie 5000A nicht verwendet wird.

Waveform Data Header (Signaldatenkopf)

Ein Signal kann aus mehreren Datensätzen bestehen. Jeder Signaldatensatz verfügt deshalb über einen Signaldatenkopf. Im Signaldatensatz sind Informationen zu dem Signaldatensatz gespeichert. Der Signaldatenkopf befindet sich unmittelbar bevor dem Signaldatensatz.

Waveform Data Header Size (Größe des Signaldatenkopfes) Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Größe des Signaldatenkopfes angibt.

Buffer Type (Puffertyp) Eine 16-Bit-Ganzzahl, die den in der Datei gespeicherten Signaldatentyp angibt.

- 0 = Unbekannte Daten
- 1 = Normale Fliessdaten im 32 Bit-Format
- 2 = Maximale Fliessdaten
- 3 = Minimale Fliessdaten
- 4 = Wird bei Oszilloskopen der Familie 5000A nicht verwendet
- 5 = Wird bei Oszilloskopen der Familie 5000A nicht verwendet
- 6 = Wird bei Oszilloskopen der Familie 5000A nicht verwendet

Bytes Per Point (Byte pro Punkt) Eine 16-Bit-Ganzzahl, die die Anzahl an Byte pro Datenpunkt angibt.

Buffer Size (Puffergröße) Eine 32-Bit-Ganzzahl, die die Größe des Puffers angibt, die zum Erfassen des Datenpunktes erforderlich ist.

Beispielprogramm zum Lesen von Binärdaten

Ein Beispielprogramm zum Lesen von Binärdaten finden Sie auf unser Website. Rufen Sie dazu im Internet www.agilent.com/find/dso5000 auf und klicken Sie zuerst auf „Technical Support“ und dann auf „Drivers & Software“. Wählen Sie anschließend „Example Program for Reading Binary Data“.

Beispiele von Binärdateien

Einzelerfassung mehrerer Kanäle

Die folgende Abbildung zeigt die Binärdatei von einer Einzelerfassung bei mehreren aktiven Kanälen.

Block	Info
File Header 12 bytes	Number of Waveforms = N
Waveform Header 1 140 bytes	Number of Waveform Buffers = 1
Waveform Data Header 1 12 bytes	Buffer Type = 1 (floating point) Bytes per Point = 4
Voltage Data 1 buffer size	
Waveform Header 2 140 bytes	Number of Waveform Buffers = 1
Waveform Data Header 2 12 bytes	Buffer Type = 1 (floating point) Bytes per Point = 4
Voltage Data 2 buffer size	
● ● ●	
Waveform Header N 140 bytes	Number of Waveform Buffers = 1
Waveform Data Header N 12 bytes	Buffer Type = 1 (floating point) Bytes per Point = 4
Voltage Data N buffer size	



8
Eigenschaften und Spezifikationen

Dieses Kapitel listet Spezifikationen, Eigenschaften, Umweltbedingungen und Messkategorien für Oszilloskope der Familie Agilent 5000 auf.

Umgebungsbedingungen

Überspannungskategorie

Dieses Gerät erhält seinen Strom über HAUPTSTROMLEITUNGEN und erfüllt die Anforderungen der für Steckerschnurgeräte üblichen Überspannungskategorie II.

Verschmutzungsgrad

Oszilloskope der Familie 5000A können unter Verschmutzungsgrad 2 (oder Verschmutzungsgrad 1) betrieben werden.

Verschmutzungsgraddefinitionen

Verschmutzungsgrad 1: Keine Verschmutzung, keine leitende Verschmutzung. Die Verschmutzung hat keinen Einfluss. Beispiel: Ein sauberer Raum oder eine klimatisierte Büroumgebung.

Verschmutzungsgrad 2. Normalerweise tritt nur trockener, nicht-leitfähiger Schmutz auf. Mit gelegentlichem Auftreten von Schmutz, der durch Kondensation zeitweise leitfähig ist, muß gerechnet werden. Beispiel: Eine gewöhnliche Umgebung in geschlossenen Räumen.

Verschmutzungsgrad 3: Leitende Verschmutzung oder trockene, nicht-leitende Verschmutzung, die durch erwartete Kondensation leitend wird. Beispiel: Eine überdachte Außenumgebung.

Messkategorie

Messkategorie

Die Oszilloskope der Familie 5000A sind für Messungen in der Kategorie I vorgesehen.

Messkategoriedefinitionen

Zur Messkategorie I gehören Messungen, die an Stromkreisen ausgeführt werden, die nicht direkt mit HAUPTSTROMLEITUNGEN verbunden sind. Beispiele sind Messungen an Stromkreisen, die nicht von HAUPTSTROMLEITUNGEN abgeleitet sind und von HAUPTSTROMLEITUNGEN abgeleitete Stromkreise, die besonders gesichert sind (intern). In letzterem Fall können veränderliche transiente Überspannungen auftreten. Die Transientenfestigkeit des Geräts wird deshalb angegeben.

Zur Messkategorie II gehören Messungen, die an Stromkreisen ausgeführt werden, die direkt mit der Niederspannungsinstallation verbunden sind. Beispiele sind Messungen an Haushaltsgeräten, tragbaren und ähnlichen Geräten.

Zur Messkategorie III gehören Messungen, die bei der Installation durchgeführt werden. Beispiele sind Messungen an Verteilern, Trennschaltern, Verkabelungen, einschließlich Kabel, Stromanschlüssen, Abzweigdosen, Schalter, Steckdosen in festen Installationen und Geräte für den industriellen Gebrauch sowie einige andere Geräte einschließlich stationärer Motoren mit ständiger Verbindung zu festen Installationen.

Zur Messkategorie IV gehören Messungen, die an der Quelle der Niederspannungsinstallation vorgenommen werden. Beispiele sind Stromzähler und Messungen an primären Überspannungsschutzgeräten und Wellenkontrolleinheiten.

Transientenfestigkeit

VORSICHT

⚠

Maximale Eingangsspannung für Analogeingänge:

CAT I 300 Veff, 400 Vpk; transiente Überspannung 1,6 kVpk
CAT II 100 Veff, 400 Vpk
mit N2863A 10:1 Tastkopf: CAT I 600 V, CAT II 300 V (DC + Spitzen-AC)
mit 10073C 10:1 Tastkopf: CAT I 500 Vpk, CAT II 400 Vpk

VORSICHT



Bei 2-Kanal-Modellen in der 50Ω-Betriebsart darf die Spannung nicht stärker als 5 Veff sein. Der 50Ω-Modus verfügt deshalb über einen Eingangsschutz und die 50Ω-Ladung schaltet sich aus, sobald die Spannung 5 Veff überschreitet. Abhängig von der Zeitkonstante des Signals, können jedoch die Eingänge trotzdem beschädigt werden.

VORSICHT



Der 50Ω-Eingangsschutz funktioniert nur bei einem eingeschalteten Oszilloskop.

Spezifikationen

Für alle Spezifikationen wird Garantie übernommen. Die Spezifikationen gelten nach 30-minütigem Warmlaufen und unter der Voraussetzung, dass die Umgebungstemperatur um nicht mehr als ±10°C von der Umgebungstemperatur zum Zeitpunkt der Firmware-Kalibrierung abweicht.

Tabelle 12 Spezifikationen mit Garantieübernahme

Vertikalsystem: Oszilloskop-Kanäle	
Bandbreite (–3dB)	DSO501xA: DC bis 100 MHz DSO503xA: DC bis 300 MHz DSO505xA: DC bis 500 MHz
DC-Vertikalverstärkungsgenauigkeit	± 2,0% vom Bereichsendwert
Messgenauigkeit (zwei Cursor)[1]	±{DC Vertikalverstärkungsgenauigkeit + 0,4% vom Bereichsendwert (~1 LSB)} *Beispiel*: Für 50 mV Signalamplitude, 10 mV/div (80 mV Bereichsendwert), 5 mV Offset: Genauigkeit = ±{2,0% (80 mV) + 0,4% (80 mV)} = ±1,92 mV

Oszilloskop-Kanal-Triggerung	
Empfindlichkeit	<10 mV/div: 1 div oder 5mV (größerer Wert); ≥10 mV/div: 0,6 div

[1] 2 mV/div ist eine Vergrößerung der 4 mV/div-Einstellung. Für Vertikalgenauigkeitsberechnungen den Bereichsendwert der 32 mV für 2 mV/div-Empfindlichkeitseinstellung verwenden.

Eigenschaften

Alle Eigenschaften sind typische Leistungswerte und unterliegen nicht der Garantie. Die Eigenschaften gelten nach 30-minütigem Warmlaufen und unter der Voraussetzung, dass die Umgebungstemperatur um nicht mehr als ±10°C von der Umgebungstemperatur zum Zeitpunkt der Firmware-Kalibrierung abweicht.

Tabelle 13 Eigenschaften

Signalerfassung	
Abtastgeschwindigkeit	DSO501xA/503xA: 2 GSa/s pro Kanal DSO505xA: 4 GSa/s Halbkanal*, 2 GSa/s pro Kanal
Speichertiefe	1 Mpts Halbkanal*, 500 kpts pro Kanal
Vertikale Auflösung	8 Bit
Signalspitzendetektor	DSO501xA: 1-ns Spitzenerkennung DSO503xA: 500-ns Spitzenerkennung DSO505xA: 250-ns Spitzenerkennung
Messdatenmittelung	Wählbar von 2, 4, 8, 16, 32, 64 ... bis 65536
Betriebsart „High Resolution“	Mittelung mit „Average = 1“ 12 Bit-Auflösung wenn ≥10 µs/div, bei 4 GSa/s oder ≥20 µs/div, bei 2 GSa/s
Filter	Sinx/x-Interpolation (Single-Shot-Bandbreite = Abtastrate/4 oder Oszilloskop-Bandbreite, je nachdem welche Bandbreite geringer ist), Betriebsart „Vectors on” und Echtzeit-Funktion.

* Halbkanal bedeutet, dass nur ein Kanal des Kanalpaares 1 und 2 oder ein Kanal des Kanalpaares 3 und 4 eingeschaltet ist.

Vertikalsystem	
Oszilloskop-Kanäle	DSO5xx2A: Simultane Signalerfassung in Kanal 1 und 2 DSO5xx4A: Simultane Signalerfassung in Kanal 1, 2, 3 und 4
AC-gekoppelt	DSO501xA: 3,5 Hz bis 100 MHz DSO503xA: 3,5 Hz bis 300 MHz DSO505xA: 3,5 Hz bis 500 MHz
Berechnete Anstiegszeit (= 0,35/Bandbreite)	DSO501xA: 3,5 ns DSO503xA: 1,17 ns DSO505xA: 700 ps

Vertikalsystem (Fortsetzung)	
Single-Shot-Bandbreite	DSO501xA: 100 MHz DSO503xA: 300 MHz DSO505xA: 500 MHz (in der Halbkanal-Betriebsart, d. h. ein Kanal eines Kanalpaares ist eingeschaltet)
Bereich[1]	2 mV/div bis 5 V/div (1 MΩ oder 50 Ω)
Max. Eingang ⚠	Maximale Eingangsspannung für Analogeingänge: CAT I 300 Veff, 400 Vpk; transiente Überspannung 1,6 kVpk CAT II 100 Veff, 400 Vpk mit N2863A 10:1 Tastkopf: CAT I 600 V, CAT II 300 V (DC + Spitzen-AC) mit 10073C 10:1 Tastkopf: CAT I 500 Vpk, CAT II 400 Vpk 5 Veff bei 50-Ohm
Offset-Bereich	±5 V in den Bereichen <10 mV/div; ±20 V in den Bereichen 10 mV/div bis 200 mV/div; ±75 V in den Bereichen >200 mV/div

1 2 mV/div ist eine Vergrößerung der 4 mV/div-Einstellung. Für Vertikalgenauigkeitsberechnungen den Bereichsendwert der 32 mV für 2 mV/div-Empfindlichkeitseinstellung verwenden.

Dynamikbereich	± 8 div
Eingangsimpedanz	1 MΩ ± 1% || 12 pF oder 50 Ω ± 1%, wählbar
Kopplung	AC, DC
Bandbreitenbegrenzung	25 MHz, wählbar
Kanal/Kanal-Isolation	DC bis max. Bandbreite >40 dB
Tastköpfe	DSO501xA: 10:1 N2863A, pro Oszilloskop-Kanal im Lieferumfang enthalten DSO503xA: 10:1 N2863A, pro Oszilloskop-Kanal im Lieferumfang enthalten DSO505xA: 10:1 10073C, pro Oszilloskop-Kanal im Lieferumfang enthalten
Tastkopferkennung	Automatische Tastkopferkennung und AutoProbe-Schnittstelle Agilent- und Tektronix-kompatible Erkennung passiver Tastköpfe
ESD-Festigkeit	± 2 kV
Peak-to-Peak-Geräusch	DSO501xA: 3% vom Bereichsendwert oder 2.5 mV, je nachdem, welcher Wert größer ist DSO503xA: 3% vom Bereichsendwert oder 3 mV, je nachdem, welcher Wert größer ist DSO505xA: 3% vom Bereichsendwert oder 3,6 mV, je nachdem, welcher Wert größer ist
DC-Offset-Genauigkeit (vertikal)	≤ 200 mV/div: ±0,1 div ±2,0 mV ±0,5% Offset-Wert; >200 mV/div: ±0,1 div ±2,0 mV ±1,5% Offset-Wert
Messgenauigkeit (ein Cursor)[1]	±{DC Vertikalverstärkungsgenauigkeit + DC-Vertikal-Offset-Genauigkeit + 0,2% vom Bereichsendwert (~1/2 LSB) } *Beispiel*: Für 50 mV Signalamplitude, 10 mV/div (80 mV Bereichsendwert), 5 mV Offset: Genauigkeit = ±{2,0% (80mV) + 0,1 (10 mV) + 2,0 mV + 0,5% (5 mV) + 0,2% (80 mV)} = ± 4,785 mV

Horizontal	
Bereich	DSO501xA: 5 ns/div bis 50 s/div DSO503xA: 2 ns/div bis 50 s/div DSO505xA: 1 ns/div bis 50 s/div
Auflösung	2,5 ps
Zeitablenkungsgenauigkeit	25 ppm (±0,0025%)
Feineinsteller	Aus: 1-2-5-Schritte; ein: zusätzlich jeweils 25 Teilschritte
Verzögerungsbereich	Pre-Trigger (negative Verzögerung): 1 Bildschirmbreite oder 125 µs Post-Trigger (positive Verzögerung): 1 s - 500 Sekunden
Delta-t-Genauigkeit	Innerhalb eines Kanals: ±0,0025% vom Messwert ±0,1% v.d. Bildschirmbreite ±20 ps Kanal/Kanal: ±0,0025% vom Messwert ±0,1% v.d. Bildschirmbreite ±40 ps *Beispiel für innerhalb eines Kanals (DSO505xA)*: Für Signal mit Pulsbreite 10 µs, 5 µs/div (50 µs Bildschirmbreite), Delta-t-Genauigkeit = ±{0,0025% (10 µs) + 0,1% (50 µs) + 20 ps} = 50,27 ns
Betriebsarten	„Main“, „Delayed“, „Roll“, „XY“
XY	Bandbreite: Max. Bandbreite Phasenfehler bei 1 MHz: <0,5 Grad Z-Eingang für Dunkeltastung: Bei externer Spannung von 1,4 V wir der Elektronenstrahl dunkelgetastet (externen Trigger bei DSO50x2A verwenden, Kanal 4 bei DSO50x4A)
Referenzpositionen	Links, Mitte, rechts

Triggersystem		
Quellen		DSO5xx2A: Kanal 1, 2, Netzfrequenz, ext DSO5xx4A: Kanal 1, 2, 3, 4, Netzfrequenz, ext
Betriebsarten		„Auto“, „Normal (getriggert), „Single“
Holdoff-Zeit		~60 ns bis 10 Sekunden
Trigger-Jitter		15 ps rms
Wahlmöglichkeiten		Edge, Pulse Width, Pattern, TV, Duration
	Edge	Triggerung auf positive, negative oder alternierende Flanke aus einer beliebigen Quelle
	Pattern	Triggerung auf ein Bitmuster aus HIGH-, LOW- und Beliebig-Bit sowie eine positive und/oder negative Flanke (beliebige Quellen). Die Triggerung ist erst möglich, nachdem ein Bitmuster von mindestens 2 ns existiert. Die HIGH- oder LOW-Einstufung für einen Kanal basiert auf dessen Triggerpegel.

Triggersystem(Fortsetzung)		
	„Pulse Width“	Triggerung auf die Dauer (kürzer als..., länger als..., innerhalb...) eines positiven oder negativen Pulses aus beliebiger Quelle. Minimale Pulsbreite: 5 ns (DSO501xA) 2 ns (DSO503xA, DSO505xA) Maximale Pulsbreite: 10 s
	TV	Triggerung in einem beliebigen Oszilloskop-Kanal auf die meisten analog progressiven und Interlace-Videostandards einschließlich HDTV/EDTV, NTSC, PAL, PAL-M or SECAM. Auswahl von positiver oder negativer Synchronisationsimpuls-Polarität. Unterstütze Betriebsarten: „Field 1“, „Field 2“, „All Fields“, „All Lines“ oder „Any Line Within A Field“. TV-Trigger-Empfindlichkeit: 0,5 div vom Synchronisationssignal. Die Trigger-Holdoff-Zeit kann stufenweise angepasst werden.
	“Duration“	Triggerung auf ein mehrkanaliges Bitmuster, dessen Zeitdauer entweder kürzer als ein vorgegebener Zeitwert, länger als ein vorgegebener Zeitwert oder länger als ein vorgegebener Zeitwert, aber mit Timeout ist - oder innerhalb oder außerhalb eines vorgegebenen Zeitbereichs liegt. Minimale Zeitdauer: 2 ns Maximale Zeitdauer: 10 s
AutoScale		Erkennt alle aktiven Kanäle und zeigt diese an; wählt den aktiven Kanal mit der höchsten Nummer zur Triggerquelle; wählt eine geeignete Vertikal-Empfindlichkeit für die Oszilloskop-Kanäle und wählt die Zeitbasis so, dass etwa 1,8 Signalperioden dargestellt werden. Mindestspannung >10 mVpp, 0,5% Arbeitszyklus und Mindestfrequenz >50 Hz.

Kanal-Triggerung	
Bereich (intern)	± 6 Divisionen von der Mitte des Bildschirms
Kopplung	AC (~10 Hz), DC, Rauschunterdrückung, HF-Unterdrückung, NF-Unterdrückung (~50 kHz)

Externe Triggerung (EXT)	**DSO5xx2A**	**DSO5xx4A**
Eingangsimpedanz	1 MΩ ±1% | | 12 pF oder 50 Ω	Ca. 1,015 kΩ ±5%
Max. Eingang ⚠	Maximale Eingangsspannung für Analogeingänge: CAT I 300 Veff, 400 Vpk; transiente Überspannung 1,6 kVpk CAT II 100 Veff, 400 Vpk mit N2863A 10:1 Tastkopf: CAT I 600 V, CAT II 300 V (DC + Spitzen-AC) mit 10073C 10:1 Tastkopf: CAT I 500 Vpk, CAT II 400 Vpk 5 Veff bei 50-Ohm	±15 V
Bereich	DC-Kopplung: Triggerpegel ± 1V und ± 8V	±5 V

Externe Triggerung (EXT) (Fortsetzung)		
Empfindlichkeit	Für Bereichseinstellung ± 1V: DC bis 100 MHz, 100 mV, >100 MHz bis zur kompletten Bandbreite des Oszilloskops, 200 mV Für Bereichseinstellung ±8: DC bis 100 MHz, 250 mV; >100 MHz bis zur kompletten Bandbreite des Oszilloskops, 500 mV	DC bis 100 MHz, 500 mV
Kopplung	AC (~10 Hz), DC, Rauschunterdrückung, HF-Unterdrückung und NF-Unterdrückung (~50 kHz)	entfällt
Tastkopferkennung	Automatische Tastkopferkennung und AutoProbe-Schnittstelle Agilent- und Tektronix-kompatible Erkennung passiver Tastköpfe	

Display-System	
Display	161 mm TFT LCD, diagonale Farbe
Durchsatzleistung der Oszilloskop-Kanäle	Bis zu 100.000 Signale/s in der Echtzeitbetriebsart
Auflösung	XGA – 768 (vertikal) x 1024 (horizontal) Punkte (Bildschirmbereich); 640 (vertikal) x 1000 (horizontal) Punkte (Signaldarstellungsbereich) 256 Skalierungsstufen
Einstellmöglichkeiten	Signalstärke auf der Frontplatte. „Vectors On/Off“; „Infinite Persistence On/Off“, 8 x 10 Gitterraster (stufenlos einstellbare Helligkeit)
Integriertes Hilfesystem	Aufruf durch anhaltende Betätigung der Taste oder des Softkeys, zu der/dem Hilfe benötigt wird
Echtzeituhr	Zeit und Datum (kann vom Benutzer angepasst werden)

Messfunktionen	
Automatische Messungen	Kontinuierliche Aktualisierung der Messergebnisse Automatische Cursor-Nachführung
Spannung (nur Oszilloskop-Kanäle)	Spitze-Spitze, Maximum, Minimum, Mittelwert, Amplitude, Dach, Boden, Überschwingen, Vorschwingen, Effektivwert, Standardabweichung
Zeit	Frequenz, Periode, positive/negative Pulsbreite und Arbeitszyklus in allen Kanälen Anstiegs-/Abfallzeit, X bei max. Y (Zeit bei max. Volt), X bei min. Y (Zeit bei min. Volt), Verzögerung und Phase nur in Oszilloskop-Kanälen
Zähler	Integrierter 5-stelliger Frequenzzähler in jedem Kanal. Einstellbar bis zur kompletten Oszilloskop-Bandbreite.
Schwellenwert-Definition	In Prozent oder als absoluter Wert, 10%, 50%, 90% für Zeitmessungen

Messfunktionen (Fortsetzung)	
Cursor	Manuell oder automatisch platzierbar, Anzeige von Horizontalwerten (X, ΔX, 1/ΔX) und Vertikalwerten (Y, ΔY). Anzeige wahlweise auch im Binär- oder Hexadezimalformat.
Mathematische Funktionen (Signalarithmetik)	Eine Funktion von 1–2, 1x2, FFT, differenzieren, integrieren. Datenquellen für FFT,differenzieren, integrieren: Oszilloskop-Kanäle 1 oder 2, 1-2, 1+2, 1x2.

FFT	
Punkte	1000 Punkte unveränderlich
Datenquellen für FFT	Oszilloskop-Kanäle 1 oder 2, (bzw. 3 oder 4, nur bei DSO50x4A), 1+2, 1-2, 1*2
Fensterfunktionen	„Rectangular“, „Flattop“, „Hanning“
Eigenrauschen	–50 bis –90 dB (je nach Mittelungsfaktor)
Amplitude	Anzeige in dBV, dBm bei 50 Ω
Frequenzauflösung	0,05/(Zeit/div)
Maximale Frequenz	50/(Zeit/div)

Speicherfunktionen	
Speichern/Zurückladen	10 Konfigurationen und Messkurven können intern im nichtflüchtigen Speicher gespeichert und bei Bedarf zurückgeladen werden.
Speichertyp und -format	Hostanschlüsse für USB 1.1 an Vorder- und Rückseite Grafikformate: BMP (8 Bit), BMP (24 Bit), PNG (24 Bit) Datenformate: X/Y-Wertepaare (Zeit/Spannung) im CSV-, ASCII XY-, BIN-Format Messkurven-/Konfigurationsformate: Zurückgeladen

E/A	
Standardanschlüsse	USB 2.0-Hochgeschwindigkeitsgerät, zwei USB 1.1-Hostanschlüsse, 10/100-BaseT LAN, IEEE488.2 GPIB, XGA-Videoausgang
Max. Übertragungsrate	IEEE488.2 GPIB: 500 KB/s USB (USBTMC-USB488): 3,5 MB/s 100 Mbps LAN (TCP/IP): 1 MB/s
Kompatible Drucker	Bestimmte HP Deskjet-Drucker

Allgemeine Daten	
Abmessungen	35,4 cm (B) x 18,8 cm (H) x 17,4 cm (T) (ohne Griff) 38,5 cm (B) x 18,8 cm (H) x 17,4 cm (T) (mit Griff)
Gewicht	Netto: 4,1 kg Versandgewicht: ca. 9 kg
Kalibriersignalausgang	Frequenz ~1,2 kHz, Amplitude ~2,5 V
Triggerausgang	0 bis 5 V in den offenen Schaltkreis (~23 ns Verzögerung) 0 bis 2,5 V in 50 Ω

Allgemeine Daten (Fortsetzung)	
Kensington-Sperre	Sicherheitsanschluss auf der Rückseite

Leistungsbedarf	
Netzspannungsbereich	~Netzstrom 120 W max., 96-144 V/48-440 Hz, 192-288 V/48-66 Hz, automatische Auswahl

Umgebungsbedingungen	
Umgebungstemperatur	Betrieb: –10 °C bis +55 °C; Lagerung/Versand: –51 °C bis +71 °C
Luftfeuchtigkeit	Betrieb: 95% RLF bei 40 °C für 24 Std.; Lagerung/Versand: 90% RLF bei 65 °C für 24 Std.
Höhe	Betrieb: 4570 m; Lagerung/Versand: 15244 m
Vibrationsfestigkeit	„Agilent class GP“ und „MIL-PRF-28800F“; „Class 3 random“
Stoßfestigkeit	„Agilent class GP“ und „MIL-PRF-28800F“; (30 g, Halbsinus, 11 ms Dauer, 3 Stöße pro Achse entlang allen Hauptachsen. Insgesamt 18 Stöße)
Verschmutzungsgrad 2	Normalerweise tritt nur trockener, nicht-leitfähiger Schmutz auf. Mit gelegentlichem Auftreten von Schmutz, der durch Kondensation zeitweise leitfähig ist, muss gerechnet werden.
Nur zur Verwendung in Innenräumen bestimmt	Dieses Gerät darf nur in Innenräumen benutzt werden.

Sonstige Angaben	
Installationskategorien	KATEGORIE I: Netzisoliert KATEGORIE II: Netzspannung an Gerät und Wandsteckdose
Vorschriften	Sicherheit: IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001 Kanada: CSA C22.2 No. 61010-1:2004 USA: UL 61010-1:2004
Ergänzende Informationen	Das oben genannte Produkt entspricht den Anforderungen der Niederspannungsrichtlinie 73/23/EEC und der Richtlinie 89/336/EEC über die elektromagnetische Verträglichkeit und ist entsprechend mit CE-Zeichen (Europäische Union) versehen. Das Produkt wurde in einer typischen Konfiguration mit Testsystemen von HP/Agilent getestet.
	Änderungen der Produktspezifikationen und -beschreibungen in diesem Dokument vorbehalten.

WARNUNG **Verwenden Sie dieses Gerät nur für Messungen innerhalb bestimmter Messkategorien.**

Weitere Informationen hierzu finden Sie auf dem Datenblatt. Das Datenblatt ist online unter www.agilent.com/find/dso5000 erhältlich.

Über diese Ausgabe

RealVNC ist unter den Bedingungen der „GNU General Public License“ (fortan GNU GPL) lizenziert.

Bei dieser Software handelt es sich um ein kostenloses Produkt, das verbreitet und/oder verändert werden darf, wenn dabei die Bedingungen der von der „Free Software Foundation“ herausgegebenen GNU GPL eingehalten werden. Diese Bedingungen sind ab Lizenzversion 2 gültig.

Diese Software ist für den allgemeinen Gebrauch frei erhältlich,
doch ohne jede Gewährleistung; und auch nicht der implizierten Gewährleistung, dass die Waren von durchschnittlicher Qualität und für den normalen Gebrauch geeignet sind. Weitere Informationen hierzu in der
GNU GPL. Diese Lizenz finden Sie
auf der Dokumentations-CD.

Den RealVNC-Quellcode erhalten Sie von RealVNC oder direkt von Agilent. Für die physische Bereitstellung des Quellcodes (Versand, Bearbeitung usw.) berechnet Agilent eine Gebühr.

Index

T

U

V

W

X

Y

Z